



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Medicina**

**Escuela Profesional de Tecnología Médica**

**Efectividad del protocolo “split-bolus” frente al  
protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del  
tracto urinario superior. Setiembre - octubre 2015**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología  
Médica en el área de Radiología**

**AUTOR**

**Hubert Vladimir HURTADO PALACIOS**

**ASESOR**

**Carmen Cecilia MUÑOZ BARABINO**

**Lima, Perú**

**2017**



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## **Referencia bibliográfica**

---

Hurtado H. Efectividad del protocolo “split-bolus” frente al protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior. Setiembre - octubre 2015 [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Tecnología Médica; 2017.

---

479



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

## FACULTAD DE MEDICINA

### ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Conforme a lo estipulado en el Art. 45.2 y, Art. 100.13 de la Ley 30220. El Jurado de Sustentación de Tesis nombrado por la Directora de la Escuela Profesional de Tecnología Médica, conformado por los siguientes docentes:

Presidente: Lic. Jacobo Ezequiel Saldaña Juárez

Miembro : Lic. Luis Frank Bernal Quispe

Lic. Vladimir Viton Zorrilla

Se reunieron en la ciudad de Lima, el día 18 de abril de 2017, procediendo a evaluar la Sustentación de Tesis, titulado **"EFECTIVIDAD DEL PROTOCOLO "SPLIT-BÓLUS" FRENTE AL PROTOCOLO DE BOLO SIMPLE MULTIFÁSICO EN EL ESTUDIO DEL TRACTO URINARIO SUPERIOR. SETIEMBRE - OCTUBRE 2015"** para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en el Área de Radiología del Bachiller:

# HUBERT VLADIMIR HURTADO PALACIOS

Habiendo obtenido el calificativo de:

18

(en números)

Dieciocho

(en letras)

Que corresponde a la mención de: **MUY BUENO**

Quedando conforme con lo antes expuesto, se disponen a firmar la presente Acta.

Presidente

Lic. Jacobo Ezequiel Saldaña Juárez

Miembro

Lic. Luis Frank Bernal Quispe

Miembro

Lic. Vladimir Viton Zorrilla



Asesor (a) de Tesis

Mg. Carmen Cecilia Muñoz Barabino

**EFFECTIVIDAD DEL PROTOCOLO “SPLIT-BOLUS”  
FRENTE AL PROTOCOLO DE BOLO SIMPLE  
MULTIFÁSICO EN EL ESTUDIO DEL TRACTO  
URINARIO SUPERIOR. SETIEMBRE - OCTUBRE  
2015**

## **DEDICATORIA**

*A mi familia, por el apoyo incondicional hacia mi persona  
durante mi educación superior.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mis padres, hermanos, docentes, amigos y a todas aquellas personas  
que colaboraron en la realización  
de la presente investigación.*

## INDICE

	Pág.
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IX</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2 Formulación del problema .....	4
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.5 Formulación de la hipótesis.....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases conceptuales .....	10
2.3 Definición de términos .....	38
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>39</b>
3.1 Tipo de investigación .....	39
3.2 Población de estudio .....	39
3.3 Muestra de estudio o tamaño muestral.....	39
3.4 Técnica e instrumento .....	42
3.5 Plan de recolección de datos.....	45
3.6 Análisis de datos .....	46
3.7 Consideraciones éticas .....	47
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>49</b>
4.1 Resultados.....	49
4.2 Discusión.....	57
4.3 Limitaciones del estudio.....	58
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1.</b> Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk del estudio del tracto urinario superior .....	49
<b>Tabla N°2.</b> Análisis de los resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos del tracto urinario superior emitido por los evaluadores .....	50
<b>Tabla N°3.</b> Comparación de los valores de la distensión del tracto urinario superior derecho en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores .....	52
<b>Tabla N°4.</b> Comparación de los valores de la distensión del tracto urinario superior izquierdo en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.....	54
<b>Tabla N°5.</b> Comparación de los valores del realce del parénquima renal en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

### FIGURAS:

**Figura N° 1.** Esquema de las etapas de adquisición del estudio tomográfico del tracto urinario con el protocolo bolo simple multifásico..... 44

**Figura N° 2.** Esquema de las etapas de adquisición del estudio tomográfico del tracto urinario con el protocolo split-bolus..... 45

### GRAFICOS:

**Gráfico N°1.** Datos generales: edad y sexo..... 49

**Gráfico N°2.** Resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos del tracto urinario superior emitido por los evaluadores..... 51

**Gráfico N°3.** Resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos de la distensión del tracto urinario superior derecho emitido por los evaluadores..... 53

**Gráfico N°4.** Resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos de la distensión del tracto urinario superior izquierdo emitido por los evaluadores..... 55

**Gráfico N°5.** Resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos del realce del parénquima renal emitido por los evaluadores..... 57

## RESUMEN

**OBJETIVO:** Evaluar la efectividad del protocolo split-bolus frente al protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior realizado en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015.

**METODOLOGÍA:** Estudio de tipo cuasi-experimental, puesto que se midió los resultados urográficos en dos grupos, en los que se aplicó distintos protocolos para evaluar el tracto urinario superior (split-bolus vs bolo simple multifásico); fue prospectivo y transversal de nivel explicativo, con enfoque cuantitativo. La población estuvo conformada por 76 pacientes que se realizaron exámenes de urografía por tomografía computarizada, divididos en dos grupos.

**RESULTADOS:** Según el grupo de estudio del tracto urinario superior, donde para el evaluador las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzó un puntaje promedio de 40 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 39.47, no observándose diferencias significativas ( $p=0.674$ ); para el evaluador 2, las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzó un puntaje promedio de 36.5 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 35.4, no observándose diferencias significativas ( $p=0.675$ ).

**CONCLUSIÓN:** Al no observarse diferencias significativas entre los resultados de ambos protocolos, se demuestra que la aplicación del protocolo split-bolus en determinadas situaciones podría similares resultados en comparación al protocolo de bolo simple multifásico.

**PALABRAS CLAVES:**

Efectividad, tomografía computarizada, tracto urinario y split-bolus.

## **ABSTRACT**

**OBJECTIVE:**To evaluate the effectiveness of the split-bolus protocol versus the multi-phase simple bolus protocol in the study of the Upper Urinary Tract performed at the Edgardo Rebagliati Martins National Hospital during the period September-October 2015.

**METHODOLOGY:**A quasi-experimental study was performed, since urograms were measured in two groups, in which different protocols were used to evaluate the upper urinary tract (Split-bolus vs Simple multiphasic cake); was prospective and transversal at an explanatory level, with a quantitative approach. The population consisted of 76 patients who underwent CT Urography, divided into two groups.

**RESULTS:**According to the study group of the upper urinary tract, where for the evaluator 1 the images of the protocol by split-bolus reached an average score of 40 and by the multiphasic simple bolus method an average of 39.47, not observing significant differences ( $p = 0.674$ ); For the evaluator 2, the images of the protocol by split-bolus reached an average score of 36.5 and by the multiphase simple bolus method an average of 35.4, not observing significant differences ( $p = 0.675$ ).

**CONCLUSIONS:**No significant differences were observed between the results of both protocols, it was shown that the application of the split-bolus protocol in certain situations could have similar results compared to the multi-phase simple bolus protocol.

**KEYWORDS:**

Efficacy, Computed Tomography, Urinary Tract and Split-Bolus.

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad se resalta la importancia del diagnóstico por imagen en el área de la salud, entre las cuales se puede destacar el estudio por tomografía computarizada (TC), por su apoyo al diagnóstico oportuno de diversas patologías, por su óptima calidad de imagen, velocidad del estudio, diagnóstico seguro y su gran aplicación clínica. Su importancia es tal que actualmente la cantidad de TC es considerada un indicador sanitario mundial.<sup>1</sup>

Es así, que los estudios por TC como método diagnóstico nos permite estudiar diversas regiones del cuerpo en su totalidad, otorgando información esencial, entre las cual destaca su estudio a nivel del tracto urinario. Desde su introducción, la TC ha proveído de importante información de diversas lesiones renales y ureterales.<sup>2</sup> La urografía por TC ha reemplazado a la Urografía Endovenosa (UE) como método de elección para la investigación de alteraciones del aparato urinario.<sup>3</sup> "Diversos estudios destacan su sensibilidad y especificidad en la detección de anomalías del parénquima renal en los estudios tomográficos en comparación de la UE".<sup>4</sup> De esta manera, con el desarrollo de la TC se han elaborado protocolos de acuerdo lo que se desea evaluar (cálculos, hematuria, lesión urotelial, masa renal, entre otros), que pueden consistir en varias exploraciones abdominales.<sup>5,6,7</sup>

A pesar de todo, el empleo de varias exploraciones por estudio resulta en un aumento de dosis hacia el paciente, uso del tubo de rayos x, películas empleadas y aumento del almacenamiento en el PACS (Sistema de almacenamiento y comunicación de imágenes). Ante ello, se han optimizado protocolos resultando en una disminución y/o eliminación de los inconvenientes antes mencionados.

De este modo, es que a inicios del siglo XXI, estudios reportaron adaptaciones de las urografías por TC, en los cuales administraron material de contraste dividido en dos partes. Un suficiente retardo se introdujo entre ambas dosis, tras lo cual se realizó una exploración cuando al paciente comenzaba a excretar la primera dosis a nivel de los sistemas colectores renales, uréteres y vejiga; mientras la segunda dosis todavía opacificaba el parénquima renal. Con esta propuesta una simple adquisición con realce de contraste incluyó ambas fases del tracto urinario (nefrográfica y excretora), eliminando la necesidad de una exploración adicional.<sup>8</sup> Este es el protocolo split-bolus que en la actualidad se encuentra vigente y es aplicado en diversos hospitales a nivel mundial.<sup>3,9,10,11</sup>

Estudios evidencian que no hay una diferencia apreciable en la calidad de imagen e información diagnóstica entre ambos protocolos. “Observadores no encontraron diferencias significativas en la opacificación del tracto urinario superior entre el protocolo split-bolus y el protocolo de bolo único”.<sup>12</sup> “En nuestro estudio la urografía por tomografía computarizada multidetector (TCMD) usando la técnica de split-bolus resultaron en una completa opacificación de la mayoría de los segmentos del tracto urinario superior y tuvo una gran precisión en el diagnóstico de tumores a este nivel en pacientes investigados por hematuria”.<sup>3</sup> “No se destaca diferencias en la opacificación del uréter entre las ambas técnicas establecidas”.<sup>13</sup>

A nivel nacional el seguro social de salud del Perú (ESSALUD) registró hasta el 2015 un total 10 millones de asegurados, de los cuales aproximadamente el 20% pertenecen a la Red Asistencial Rebagliati, siendo considerado el Hospital Nacional Edgardo RebagliatiMartins (HNERM) como el referente de la medicina del país.<sup>14</sup> Al momento en el servicio de Tomografía y Resonancia Magnética del HNERM, posee tres tomógrafos espirales multicortes. En este sentido, se realizan una diversidad de estudios tomográficos, dentro de los cuales referiremos al

estudio de urografía por TC. Al respecto cada urografía por TC contrastada por protocolo institucional está conformada como mínimo por tres exploraciones. Todos los estudios son enviados al PACS y presentados en películas radiográficas.

Por consiguiente, podemos resaltar, que el servicio posee dos formas de almacenamiento de los exámenes realizados: impresión de películas radiográficas y el envío al PACS. Cabe resaltar que no todos los estudios logran ser almacenados en el PACS por problemas en las redes, es por ello que todos deben ser impresos para su posterior informe y almacenamiento en los archivos de imagenología. Diariamente se gasta centenares en películas y en consecuencia de ello hay periodos de carencia los cuales retrasan los resultados. En la entrevista con los licenciados tecnólogos médicos del servicio refieren que se ha optado por una actitud de ahorro de películas tratando en lo posible de disminuir la cantidad empleada por estudios. Otro problema a destacar, son los centenares de imágenes con misma información generada en cada paciente los cuales ocasionan una sobresaturación del almacenamiento local y del PACS, a su vez los médicos radiólogos invierten más tiempo en la revisión de cientos de imágenes adicionales por paciente. Es así que, la cantidad de pacientes, las demoras en la citas y los resultados crean, sin lugar a dudas diversos problemas que no solo abarcan a nivel asistencial sino también en la gestión de recursos lo cual resulta en un deterioro en la calidad de atención.

Finalmente, la aplicación del protocolo “split-bolus” en el servicio de tomografía y resonancia magnética del HNERM podría otorgar ventajas como la disminución de información extra no útil por estudio, del empleo de películas radiográficas, de la espera de resultados y mayor cuidado del tubo radiógeno con disminución de la dosis hacia el paciente. Si y solo si nos provea de la misma información diagnóstica que el protocolo vigente en la institución.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la efectividad del protocolo “split-bolus” frente al protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior realizados en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Es conocida la gran demanda de estudios tomográficos en los hospitales nacionales e instituciones particulares, ello conlleva a una saturación de pacientes en los servicios de tomografía, que a su vez ocasiona un aumento en la demora de entrega de resultados, retrasando así diagnósticos tempranos y oportunos. La gran cantidad de imágenes por estudios viene a ser un problema cotidiano en los tomógrafos multidetector, lo cual afecta al flujo de trabajo, saturando el almacenamiento del equipo, llenando el PACS de información innecesaria, sobreimprimiendo películas radiográficas, aumentando el tiempo de informe por estudio, entre otros. Es por ello que en todo servicio de tomografía se debe elaborar y optimizar protocolos de acuerdo a la cantidad de pacientes y tipos de estudios, buscando un equilibrio que provea de una adecuada calidad diagnóstica.

Frente a esta situación expuesta es que se realizó una revisión bibliográfica, donde buscando variantes en los protocolos de estudios que se realizan en centros hospitalarios del extranjero se trató de encontrar la posibilidad de aplicarlos en el servicio de Tomografía y Resonancia Magnética del HNERM aprovechando al máximo los beneficios logrados por esta experiencias eficientes relacionadas a este tema.

Ante la cuestión mencionada, se espera que el protocolo split-bolus nos provea de resultados de importancia en el diagnóstico. Lo cual se podrá plasmar en la realización de estudios tomográficos del tracto urinario superior óptimos, con una disminución del empleo de recursos,



tiempo y principalmente en la dosis para el paciente; siendo este último “nuestra razón de ser” como profesionales de la salud.

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **Objetivo generales**

Evaluar la efectividad del protocolo split-bolus frente al protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior realizado en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015.

##### **Objetivos específicos**

- Analizar los valores de la distensión del tracto urinario superior derecho en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico.
- Analizar los valores de la distensión del tracto urinario superior izquierdo en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico emitidos por los evaluadores.
- Analizar los valores del realce del parénquima renal en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico emitidos por los evaluadores.

#### **1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS:**

##### **Hipótesis general**

- **Hi:** Existe una diferencia significativa en la efectividad del protocolo split-bolus y del protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior realizado en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015.
- **Ho:** No existe una diferencia significativa en la efectividad del protocolo split-bolus y del protocolo de bolo simple multifásico en el

estudio del tracto urinario superior realizado en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015.

### **Hipótesis específicas 1**

- **Hi:** Existe una diferencia significativa entre los valores de la distensión del tracto urinario superior derecho en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.
- **Ho:** No existe una diferencia significativa entre los valores de la distensión del tracto urinario superior derecho en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.

### **Hipótesis específicas 2**

- **Hi:** Existe una diferencia significativa entre los valores de la distensión del tracto urinario superior izquierdo en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico emitidos por los evaluadores.
- **Ho:** No existe una diferencia significativa entre los valores de la distensión del tracto urinario superior izquierdo en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico emitidos por los evaluadores.

### **Hipótesis específicas 3**

- **Hi:** Existe una diferencia significativa entre los valores del realce del parénquima renal en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico emitidos por los evaluadores.

- ***Ho:*** No existe una diferencia significativa entre los valores del realce del parénquima renal en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico emitidos por los evaluadores.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Luego de haber realizado la revisión de estudios se han encontrado algunos relacionados con el tema. Así tenemos que:

SalmerónBéliz I. y col. (2010) en Madrid, España, realizaron un estudio sobre “Urografía por TCMD método simple y split-bolus: Comparación de la dosis de radiación y calidad de imagen”, con el objetivo de evaluar y comparar la dosis de radiación y el grado de opacificación del tracto urinario superior en los dos protocolos urográficos por tomografía computarizada: Un protocolo de bolo simple con tres fases de adquisición (fase no contrastado, nefrográfica y excretora) y un protocolo de split-bolus con dos fases de adquisición (fase no contrastada y simultanea nefrográfica-excretora). Con una evaluación prospectiva, se compararon 64 pacientes en total, los cuales 34 fueron con exámenes de protocolo bolo único y 30 pacientes con exámenes de protocolo split-bolus bifásicos. Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas entre ambos protocolos ( $p>0.05$ ), lo cual demuestra que ninguno de estos protocolos es superior al otro. Las conclusiones fueron entre otras:

*“No encontramos diferencias significativas en la opacificación del tracto urinario superior entre el protocolo split-bolus y el protocolo de bolo único. El protocolo split-bolus nos sirve para obtener imágenes del tracto urinario con una dosis baja de radiación y similar calidad de imagen. Sin embargo para una mayor precisión en la calidad de imagen entre ambas técnicas debería empelarse un número mayor de casos tumorales”.*<sup>12</sup>

Este estudio aporta en la investigación ya que realiza una comparación entre las técnicas que analizaremos en el presente estudio

en lo referente a la dosis de radiación y la calidad de imagen; proveyendo información objetiva y fidedigna.

Dillman J. y col.(2007), en Michigan, USA, realizaron un estudio sobre “Comparación en la opacificación y distensión del tracto urinario usando bolo único trifásico vs split-bolus bifásico en urografía TC multidetector”, con una evaluación retrospectiva en el Departamento de Radiología del Centro Médico de la Universidad de Michigan. Con el objetivo de comparar la distensión y atenuación del tracto urinario superior obtenidos con la técnica de bolo simple 3 fases y split-bolus dos fases en tomografía computarizada multidetector. Se compararon 26 pacientes con exámenes de bolo único trifásicos entre enero y febrero del 2005 con 26 pacientes con exámenes split-bolus bifásicos entre Abril y Mayo del 2005. Se excluyeron patologías secundarias al tracto urinario. Los resultados muestran que el protocolo de bolo simple 3 fases proveyó de una mejor distensión del tracto urinario en comparación con el protocolo split-bolus ( $p=0.05$ ). No se presenciaron diferencias entre ambas técnicas en la opacificación del sistema colector intrarenal, distensión o atenuación ureteral. Las conclusiones fueron entre otras:

*“En este estudio no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la opacificación entre las dos técnicas que fueron establecidas. Solo un pequeño porcentaje en la opacificación de los segmentos ureterales recibieron menos de 76% en la respectivas técnicas”.<sup>13</sup>*

Este trabajo aporta a la investigación en lo referente a la comparación de ambas técnicas mencionadas, específicamente a lo concerniente a su grado de atenuación y distensión del tracto urinario, siendo el antecedente base de esta investigación.

Este estudio aporta en la investigación en lo referente al diagnóstico de tumores a nivel del tracto urinario superior una alta sensibilidad y especificidad en el protocolo split-bolus.

## **2.2. BASES CONCEPTUALES**

### **2.2.1. Tomografía computarizada en el estudio del tracto urinario superior:**

En 1979 el premio Nobel en Medicina y Fisiología fue entregado a Allan M. Cormack y a Godfried N. Hounsfield por el desarrollo de la TC. Los avances significativos, en los pasados 30 años tuvieron como resultado el desarrollo de la tomografía computarizada (TCMD), mejorando los detalles de los tejidos suaves y siguiendo con la posibilidad de rápidas reconstrucciones tridimensionales (3D) de la totalidad del sistema genitourinario.<sup>17</sup>

La aparición de la TC espiral a inicios de la década de los 90 supuso un hito en el estudio renal por imagen. La TC renal con una sola pausa se hizo realidad; adquirir datos sin errores de registro respiratorio era relativamente sencillo. Además, por primera vez, la TC espiral propiciaba la adquisición de conjuntos volumétricos de datos en lugar de secciones axiales individuales, lo que alentaba el posible procesamiento 3D para dibujar el riñón normal y la patología renal de una forma nueva y a, menudo, más provechosa. Con la introducción de la TCMD está sucediendo una segunda revolución de la TC renal; la velocidad de barrido ha aumentado significativamente y la resolución espacial longitudinal también, con los enormes beneficios que ello conlleva.<sup>19</sup>

La TCMD es una técnica de imagen de realización fácil y rápida que proporciona una valiosa información sobre una amplia variedad de alteraciones renales. Es muy exacta para la determinación de la naturaleza y extensión de las masas renales y desempeña un papel importante en la valoración de los pacientes con enfermedad quística,

traumatismos e infecciones renales, alteraciones del flujo sanguíneo del riñón e hidronefrosis de causa desconocida.<sup>20</sup>

### **Anatomía normal en la TC:**

Los riñones están rodeados de grasa perirrenal que, a su vez, se encuentra rodeada de una densa vaina de tejido conjuntivo llamada fascia renal. La fascia renal anterior (fascia de Gerota) cubre por delante al riñón, mientras que la fascia renal posterior (fascia de Zuckerkandl) lo reviste por detrás. Las capas de la fascia renal dividen el espacio general del retroperitoneo en tres compartimientos que se extienden desde el diafragma al estrecho superior de la pelvis y que son los espacios pararrenal anterior, perirrenal y pararrenal posterior. Como la TC es capaz de diferenciar la grasa de la fascia, permite delimitar la fascia renal y los principales compartimientos extraperitoneales.<sup>19</sup>

#### **A. Espacio perirrenal:**

El espacio perirrenal contiene el riñón, la glándula suprarrenal, la vena cava inferior, la aorta descendente, la pelvis renal, la porción proximal del uréter, los vasos sanguíneos renales, los vasos de la capsula renal y la grasa perirrenal. Está limitado por las capas anterior y posterior de la fascia renal y compartimentado por sus lugares de fusión. Por encima de las glándulas suprarrenales, las dos capas de la fascia se unen y se adhieren fuertemente a la fascia del diafragma, mientras que hacia los lados se fusionan por detrás del colon ascendente o descendente para formar la fascia laterocólica. En dirección medial, la fascia renal anterior se confunde con el tejido conjuntivo cercano a la línea media. La fascia renal posterior se une a la fascia del psoas o del cuadrado lumbar. El cono de la fascia renal se extiende hacia abajo formando una extensión caudal del espacio perirrenal principal en la que se encuentran la porción proximal del uréter y los vasos gonadales.<sup>20</sup> Las capas anterior y posterior de la fascia renal posterior pueden estar separadas por procesos

inflamatorios, como una pancreatitis, que se extienden desde el espacio pararenal anterior.<sup>21</sup>

### **B. Riñones:**

En la TC, el contorno transversal del riñón es liso y ovalado, con una solución de continuidad anterointerna del perfil renal que corresponde al hilio por el que penetra el pedículo vascular. El seno renal es un espacio potencial existente en el parénquima renal. Este espacio está ocupado por tejido adiposo y contiene las arterias, venas, linfáticos renales y los cálices. La grasa del seno renal está en continuidad directa con la grasa perirrenal a través del hilio renal.

En las TC no contrastadas, el parénquima renal normal tiene un valor de atenuación de 30 a 50 UH, dependiendo de la hidratación de paciente; no existen diferencias visibles de densidad entre la corteza y la medula. Tras una rápida inyección intravenosa de contraste, la TC dinámica suele mostrar un nefrograma cortical en el que la corteza renal y las columnas de Bertin se diferencian claramente de la médula. Sin embargo, la fase de nefrograma cortical es transitoria y el nefrograma tubular homogéneo aparece rápidamente.

Las venas renales suelen aparecer densamente opacificadas en la TC dinámica y se observan por delante de la pelvis renal como estructuras tubulares que se unen a la vena cava inferior. No obstante, durante la exploración dinámica, la vena cava inferior suele mostrar un realce por el contraste significativamente menor que el de las venas renales, lo que se debe a la mezcla de la sangre venosa renal opacificada con sangre no opacificada procedente de inferiores. Esta imagen no debe confundirse con una trombosis o una extensión del tumor hacia la vena cava. La vena renal izquierda, más larga, cruza el retroperitoneo entre la aorta, por detrás, y los vasos mesentéricos superiores, por delante, y se une a la vena cava inferior a nivel del gancho del páncreas. La vena renal derecha suele seguir un trayecto más corto y oblicuo. Las arterias renales



están situadas por detrás de las venas renales y suele ser de menor calibre.<sup>20</sup>

### **2.2.2. Protocolos de estudio:**

La TC ha evolucionado hasta el punto de que se puede aplicar una serie de protocolos diferentes con éxito para investigar una amplia gama de estados patológicos conocidos o sospechados de los riñones. Entre estos se encuentran la evaluación de posibles cólicos renales, la caracterización de masas renales conocidas o sospechosas, la estadificación o seguimiento del carcinoma renal, la angiografía renal por TC y la urografía por TC multidetector.<sup>19</sup>

La diversidad de anomalías renales es mejor observada en estudios de TC es después de la administración de un medio de contraste intravenoso (IV). La TC no contrastada esta generalmente reservada para demostrar calcificaciones y cálculos que quizás puedan ser opacados por el agente de contraste o también es usada como una medición basal de las atenuaciones cuando el realce de contraste es calculado como un parámetro de la caracterización de una masa renal. La TCMD es hoy en día la modalidad a elección para la evaluación renal.<sup>22</sup>

Las principales indicaciones para la urografía por TC son las que mencionamos a continuación. <sup>23</sup>

- Estudio de cólicos renales.
- Evaluación de masas renales y diferenciación de lesiones quísticas y sólidas.
- Estadiaje tumoral y planeamiento quirúrgico.
- Trauma renal
- Diagnostico no invasivo de arterias renales.

El protocolo de estudio varía dependiendo de la indicación. En la mayoría de los casos, la TC es inicialmente presentada sin medio de contraste intravenoso para identificar calcificaciones. Las imágenes son

obtenidas luego de la administración del contraste. El tiempo a la cual las imágenes fueron obtenidas depende de la indicación entre las cuales incluimos: (i) Una temprana fase de realce cortico medular; (ii) Una homogénea fase nefrográfica; y (iii) una fase excretora tardía, obtenida varios minutos después para demostrar el contraste a nivel del sistema colector.<sup>24</sup>

#### **2.2.2.1. Urografía por TC simple no contrastada:**

El diagnóstico del cólico renal mediante la TC sin contraste se establece sobre la base del descubrimiento de un cálculo dentro del uréter (signo principal) y la presencia de una serie de signos secundarios asociados, como la hidronefrosis (83%/94%), el hidrouréter (90%/93%), el deshilachamientoperiureteral y la nefromegalia unilateral (71%/89%) en el lado afectado.<sup>19</sup> En estudios realizados acerca de la urolitiasis, la urografía por TC no contrastada tuvo una sensibilidad en un rango entre 96-100% y especificidad alrededor del 92-100%.<sup>17</sup>

La posición, tamaño y la medición de las unidades Hounsfield de cualquier cálculo renal debe ser representado. Se sigue el recorrido de los uréteres hacia la vejiga para identificar posibles cálculos ureterales. Revisando las reformaciones finas en coronal y sagital se incrementa la habilidad para detectar cálculos muy pequeños. Ocasionalmente, es difícil diferenciar entre un flebolito calcificado y un cálculo sin obstrucción ureteral. En estos casos, la correlación entre el estudio post contraste debe ser necesario. La apariencia de otros órganos y los huesos debe ser evaluado. En casos de sospecha de cólico renal agudo, se debe buscar otras alternativas para encontrar la causa, como una apendicitis.<sup>24</sup>

Sommer, encontró que la TC espiral es más sensible que la ultrasonografía combinada con una radiografía abdominal en la detección de cálculos ureterales.<sup>25</sup> Smith, encontró que la TC es mejor que la UE para cálculos ureterales e igualmente buena para el diagnóstico de obstrucción.<sup>26</sup> Además la TC tiene la ventaja que puede identificar otras causas del dolor abdominal.

### **Técnica del estudio:**

- Preparación del paciente: Hidratación oral solo con agua, 30 minutos antes del ingreso a la sala de estudio.
- Posición del paciente: Supino, cabeza primero, brazos encima de la cabeza.
- Topograma y rango del estudio: Desde el diafragma hasta la sínfisis del pubis.<sup>27</sup>
- Parámetros de estudio (Anexo VI - A)

#### **2.2.2.2. Urografía por TC contrastada - protocolo split-bolus:**

Es una variante en la realización de la urografía por TC, en la cual se administra material de contraste dividido en dos bolos. Un suficiente tiempo de retardo es insertado entre ambas dosis de contraste, logrando en el paciente que la primera dosis comienza a ser excretada por el sistema colector, uréteres y vejiga; mientras que la segunda dosis aún permanece opacificando el parénquima renal. Con este abordaje, una simple adquisición tomográfica de realce contrastado incluirá imágenes de la fase nefrográfica y excretora del tracto urinario a la vez, eliminando efectivamente la necesidad de una adquisición más de realce de contraste. El resultado es la disminución de la exposición a la radiación del paciente comparado con los protocolos de urografías por TC de tres o cuatro fases.<sup>8</sup>

Una desventaja del protocolo Split-bolus es que la cantidad de contraste es dividido y resulta en una combinación de la fase nefrográfica/excretora que quizás no sea equivalentes a la adquisición por separado de la fase nefrográfica y excretora.

En el hospital "Yale New Haven" Connecticut, USA, se realizan las urografías por TC usando el protocolo de bolo simple multifásico (no contrastada, fase nefrográfica y excretora) en pacientes que sobrepasen

los 40 años de edad y emplean el protocolo split-bolus de doble fase (no contrastada y la combinación de la fase nefrográfica/excretora) en pacientes por debajo de los 40 años de edad.<sup>3</sup>

#### **A. Técnica de estudio:**

- Preparación del paciente: Ayuno mínimo de 6 horas, adjuntar resultados de creatinina y urea en sangre.
- Hidratación oral solo con agua, 30 minutos antes del ingreso a la sala de estudio.
- Posición del paciente: Supino, cabeza primero, brazos encima de la cabeza.
- Topograma y rango del estudio: Desde el diafragma hasta la sínfisis del pubis.<sup>27</sup>
- Parámetros de estudio(Anexo VI – B)

#### **B. Procesamiento de imágenes:**

Las técnicas de postproceso tridimensional incluyen proyecciones de máxima intensidad (MIPs) y reconstrucciones tridimensionales que pueden ser de ayuda en la evaluación del sistema colector en planos coronales u oblicuos; además pueden demostrar relaciones entre múltiples lesiones y proveen a los urólogos de un formato más familiar de imagen.

#### **2.2.2.3. Urografía por TC contrastada - protocolo de bolo simple multifásico:**

Cuando el examen es solicitado para evaluar masas renales, los estudios son típicamente adquiridos antes del bolo de contraste y en una o más fases después de la administración del material del contraste intravenoso.

La fase corticomedular típicamente ocurre aproximadamente 35 a 40 segundos después del bolo de contraste; la fase nefrográfica es observado desde los 80 a 120 segundos después del bolo de contraste; la

fase excretora comienza a alrededor de los 3 minutos después de la inyección y puede durar hasta 15 minutos o más.

Las reformaciones bidimensionales y tridimensionales pueden ser de ayuda para definir con certeza los tipos de anomalías renales, como un carcinoma de células renales y obstrucciones en la unión ureteropélvica.<sup>22</sup>

#### **A. Fases del estudio:**

Los protocolos pueden incluir solo la fase excretora, así como puede contener cualquiera de las cuatro fases (no contrastada, corticomedular, nefrográfica, y excretora). Las cuales mencionaremos a continuación:

##### **a. Fase Corticomedular:**

Aproximadamente se da a los 35-40 segundos posterior al inicio de la administración del contraste; las únicas partes del tracto renal que tienen realce son las arterias renales y la corteza renal. Por tanto, es marcada la diferencia en la atenuación de la corteza y la medula. En esta fase no se evidencia medio de contraste en el sistema colector, los cuales por lo tanto tienen una baja atenuación. Esta etapa temprana del realce es particularmente útil para la evaluación de arterias renales, los cuales pueden ser reformateadas como estudios de angiografía por TC, como para la evaluación de tumores altamente vascularizados.<sup>24</sup>

##### **b. Fase Venoso Portal:**

Se evidencia aproximadamente entre los 70 y 80 segundos luego de la administración del contraste, muchas veces las lesiones del parénquima renal (quistes, tumores sólidos, abscesos, trauma) son mejor reconocidos y caracterizados en esta fase, o también en la fase nefrográfica con su masa homogénea del parénquima renal.<sup>27</sup>

### **c. Fase Nefrográfica:**

Esto ocurre aproximadamente a los 90 segundos y demuestra una uniforme opacificación del parénquima renal. A su vez se evidencia un homogéneo realce entre la corteza y la medula; la fase “nefrográfica homogénea” y la cantidad de material de contraste es observado en la pelvis renal. Se evidencia usualmente claramente la diferencia en la densidad entre el tejido normal renal y un tumor.

### **d. Fase Excretora o Urográfica:**

Obtenida aproximadamente 10-15 minutos después de la inyección de contraste, durante esta fase el sistema pielocalicial, los uréteres y la vejiga deberían contener contraste. El sistema pielocalicial deberá mostrar cálices copados con uniforme densidad del parénquima renal desde la corteza hacia el borde renal, y la grasa del seno renal debe ser claramente visualizada. Los uréteres deben ser vistos en un corte transversal descendiendo al lado del músculo psoas. Estos no son necesariamente vistos en todos los niveles porque el peristaltismo oblitera la luz intermitentemente. La vejiga tiene bordes definidos y permanece contra la grasa pélvica; su pared es delgada y tiene un diámetro razonablemente uniforme. La opacificación del medio de contraste de la orina a nivel de la vejiga es variable y depende de cuanta cantidad haya alcanzado a la vejiga. Las reconstrucciones curvas de los uréteres pueden ser empleados para presentar la fase urográfica.<sup>24</sup>

La imagen en fase excretora de los estudios de Urografía por TC puede abarcar desde 3 a 15 minutos después de la inyección. Largos retardos (Delay) son beneficiosos para la opacificación de los uréteres distales.

Un bolo simple se administra con un volumen de 100-150mL del medio de contraste a un caudal de 2.5mL/s; los estudios son rutinariamente obtenidos en la fase nefrográfica para observar el

parénquima renal y en fase excretora para valorar la mucosa del tracto urinario.

Los estudios de Urografía por TC multifásicos son asociados con una relativamente alta dosis de radiación. Los beneficios en el examen deben ser cuidadosamente comparados frente a los riesgos hacia el paciente.<sup>22</sup>

### **B. Indicaciones:**

- Diferenciación indeterminada o sospecha de masa renal en la UE o Ultrasonido (lesiones quísticas, tumores, pseudotumores, calcificaciones, o malformaciones arteriovenosas).
- Oncológicas, detección de tumores malignos de primarios desconocidos, estadiaje tumoral, y búsqueda de metástasis.
- Malignidad como causa fundamental de obstrucción renal o ureteral.
- Afección infecciosa (pielonefritis aguda y crónica, pielonefritisxantogranulomatosa, tuberculosis renal, absceso renal).
- Estudio de cálculos renales y ureterales.
- Trauma renal y macro hematuria.
- Otras indicaciones (falla renal con hidronefrosis afección renal vascular con isquemia, estenosis arterial, o trombosis venosas, y anomalías congénitas).<sup>27</sup>

### **C. Técnica del estudio:**

#### **a. Preparación del paciente:**

- Hidratación oral (agua) o intravenosa (solución salina) para un estado fisiológico de hidratación (no se aplica en traumas agudos o en pacientes con cólicos ureterales).

- Observación de los valores séricos de creatinina y parámetros tiroideos antes de administrar el contraste.

**b. Posición del paciente:**

- Supino, cabeza primero, brazos encima de la cabeza.

**c. Topograma y rango del estudio:**

- Desde el diafragma hasta la sínfisis del pubis.

**d. Parámetros de estudio:**(Anexo VI – C)

**2.2.3. Tracto Urinario Superior:**

**2.2.3.1. Anatomía y fisiología de los riñones:**

**A. Aspectos macroscópicos:**

Los riñones se ubican en el retro peritoneo en la pared posterior abdominal a los lados de la columna vertebral (D11-L3). El riñón derecho es desplazado por el hígado, ubicándose a aproximadamente 12 mm inferior respecto al riñón izquierdo. El riñón adulto es de aproximadamente 11 cm de largo y 6 cm de ancho, con una peso de 140 gramos.<sup>15</sup> Los riñones tienen el soporte de la grasa perirrenal (que está encerrada en la fascia perirrenal), el pedículo vascular renal, el tono muscular abdominal y el conjunto general de las vísceras abdominales. Las variaciones de estos factores permiten variaciones en el grado de movilidad renal. El descenso promedio al inspirar o al asumir la posición erguida es de 4 a 5 cm. Cada riñón está compuesto por dos regiones principales:

- Una parda corteza externa.
- Una pálida médula y pelvis renal interna.

En una corte longitudinal, se ve que el riñón está conformado por una corteza externa, una médula central y los cálices internos y la pelvis.

La corteza tiene un aspecto homogéneo. Partes de él se proyectan hacia la pelvis, entre las papilas y los fondos y reciben el nombre de columna de



Bertin. La médula consta de cuantiosas pirámides formadas por el conjunto convergente de túbulos renales, que drenan en los cálices menores desde la punta de las papilas.<sup>15</sup>

La pelvis renal es la expansión aplanada y en embudo del extremo superior del uréter. El vértice de la pelvis renal se continúa con el uréter. La pelvis renal recibe dos o tres cálices mayores, cada uno de los cuales se divide en dos o tres cálices menores. Cada cáliz menor está endentado por una papila renal, el vértice de la pirámide renal, desde donde se excreta la orina. En los sujetos vivos, la pelvis renal y sus cálices suelen estar colapsados (vacíos). Las pirámides y la corteza a ellas asociadas forman los lóbulos del riñón.<sup>16</sup>

### **B. Irrigación arterial:**

Por lo general, sólo hay una arteria renal, una rama de la aorta que entra en el hilio del riñón entre la pelvis, que suele encontrarse en sentido posterior y la vena renal. Puede ramificarse antes de alcanzar el riñón, y pueden observarse dos o más arterias separadas. En los casos de doble sistema pielocalicial, es común que cada segmento renal tenga su propia irrigación arterial.

La arteria renal se divide en las ramas anterior y posterior. Esta última irriga el segmento medio de la superficie posterior. La rama anterior irriga los polos superior e inferior, además de toda la superficie anterior. Siendo la arteria renal derecha, más larga, pasa posterior a la vena cava inferior (VCI). Todas las arterias renales son terminales.

La arteria se divide aún más en arterias interlobulares, que viajan en las columnas de Bertin (entre pirámides) y luego se arquean a lo largo de la base de las pirámides (arterias arqueadas). Estas arterias se dividen entonces en arterias interlobulillares. Desde estos vasos, las ramas más pequeñas (aferentes) pasan a los glomérulos. Del penacho glomerular, las arteriolas eferentes pasan a los túbulos en el estroma.<sup>15</sup>

### **C. Irrigación venosa:**

Las venas renales drenan los riñones y se unen de forma variable para formar las venas renales derecha e izquierda. Estas venas se sitúan anterior a las arterias renales y tienen arterias homologas, pero cualesquiera de ellas drena todo el riñón si las otras se bloquean. La vena renal izquierda, más larga, recibe a la vena suprarrenal izquierda, la vena gonadal (testicular u ovárica) izquierda, y una comunicación con la vena lumbar ascendente, y a continuación cruza el ángulo agudo entre la AMS anteriormente y la aorta posteriormente. Aunque la arteria y la vena renales suelen ser los únicos vasos sanguíneos del riñón, los vasos renales secundarios son comunes y pueden tener importancia clínica si comprimen el uréter, en cuyo caso produce hidronefrosis.

### **D. Función:**

- Excreción, del gasto de productos y drogas – esto involucra una reabsorción selectiva y absorción de sustancias que pasan a través de las nefronas.
- Regulación, del volumen del líquido corporal y composición iónica. Los riñones tienen mayor importancia en la homeostasis (mantenimiento del medio interno) y son también los involucrados en el mantenimiento del equilibrio ácido-base.
- Endocrino, los riñones son los encargados de la síntesis de renina (la cual genera la angiotensina I desde el angiotensinógeno, los cuales tienen un rol importante en la presión arterial y el balance de sodio), eritropoyetina (la cual se encarga del control de la producción de eritrocitos) y prostaglandinas (encargadas de la regulación de la función renal).
- Metabolismo, la vitamina D es metabolizada en su forma activa. El riñón es el mayor sitio de catabolismo de proteínas de bajo peso

molecular incluyendo variedades de hormonas como la insulina, hormona paratiroidea y calcitonina.

#### **2.2.3.2. Uréter:**

##### **A. Aspectos macroscópicos:**

Los uréteres son conductos musculares (25-30 cm de longitud) con una luz estrecha, que transportan la orina de los riñones a la vejiga urinaria. Los uréteres discurren inferiormente desde los vértices de las pelvis renales en los hilos de los riñones, y pasan sobre la línea terminal al nivel de la bifurcación de las arterias ilíacas comunes. Luego discurren a lo largo de la pared lateral de la pelvis y entran en la vejiga urinaria.<sup>16</sup>

Los uréteres son divididos en regiones de acuerdo a su recorrido anatómico: Región de la pelvis renal, abdominal, pélvica e intramural. Esto explica las diferentes fuentes de irrigación siendo las encargadas las arterias ureterales-renales, lumbar segmentales, gonadales, ilíacas comunes, iliaca interna y vesical superior, con su respectivo drenaje venoso.<sup>15</sup>

Las porciones abdominales de los uréteres se adhieren estrechamente al peritoneo parietal y son retroperitoneales a lo largo de su recorrido. En el dorso, la marca de superficie del uréter es una línea que une un punto situado 5 cm lateralmente al proceso espinoso de L1 y la espina ilíaca posterior superior. Los uréteres ocupan un plano sagital que cruza los extremos de los procesos transversos de las vértebras lumbares. Si se observan los uréteres radiográficamente utilizando un medio de contraste, suelen apreciarse unos estrechamientos relativos en tres lugares: 1) en la unión de los uréteres y las pelvis renales; 2) en la zona donde los uréteres cruzan el borde de la abertura superior de la pelvis, y 3) durante su paso a través de la pared de la vejiga urinaria. Estos estrechamientos son posibles lugares de obstrucción por cálculos ureterales (renales).

Histológicamente, los uréteres tienen tres capas de musculo liso:

- Una capa longitudinal externa al lumen.
- Una capa circular media.
- Otra capa longitudinal interna.

Los uréteres poseen innervación simpática y parasimpática. Los cálculos a nivel de las estrecheces antes mencionadas pueden retenerse y producir dolor agudo que es dirigido hacia la piel a través de las raíces nerviosas de D11-L2. A su vez, el dolor empieza a nivel del dorso y se irradia hacia el escroto y pene (varones) o hacia el labio mayor (mujeres).

### **B. Irrigación Arterial y Venosa:**

A nivel del tracto urinario superior, los cálices renales, la pelvis y los uréteres superiores derivan su irrigación sanguínea de las arterias renales; el uréter medio es alimentado por las arterias gonadales (espermáticas internas u ováricas). Después de ingresar a la pelvis, la parte más inferior del uréter es irrigado por las ramas pequeñas de las arterias iliacas primitivas, iliaca interna (hipogástrica) y especialmente de las arterias vesicales y uterinas.<sup>17</sup> Las venas que drenan la porción abdominal de los uréteres lo hacen también en las venas renales y gonadales (testiculares u ováricas).<sup>16</sup>

### **C. Desarrollo embriológico:**

#### **a. Sistema renal:**

Durante el desarrollo intrauterino, el sistema renal está conformado por tres regiones ligeramente superpuestas formadas en dirección cráneo-caudal: pronefro, mesonefro y metanefro. El primero de estos sistemas es rudimentario y no funcional, el segundo quizás tenga función durante corto tiempo al inicio del periodo fetal; y el tercero es el encargado de formar al riñón permanente.

### **b. Posición del riñón:**

El riñón, inicialmente en la región pélvica, posteriormente cambia hacia una posición más craneal a nivel del abdomen. Este ascenso del riñón es causado por la disminución de la curvatura corporal y por el crecimiento de las regiones lumbares y sacras.<sup>18</sup>

### **2.2.4. Desordenes del tracto urinario por TC:**

#### **2.2.4.1. Calculo Urinario:**

El cálculo urinario puede ser asintomático. La imagenología de los cálculos causantes de obstrucción urinaria será descrita a continuación. Diversidad de cálculos urinarios son calcificados y observados con varias densidades en los estudios por rayos x. Varios son uniformementecalcalcificados pero algunos, particularmente los cálculos vesicales, pueden ser laminados. Los cálculos solamente conformados de ácido úrico y xantina son radiolúcidos en la película radiográfica, pero pueden ser identificados por TC o ultrasonido. Los cálculos renales pequeños son frecuentemente redondos u ovalados; los más grandes asumen con frecuencia la forma del sistema pielocalicial y se les conoce como cálculos coraliformes.

La TC sin medio de contraste intravenoso es exquisitamente sensible a la detección de cálculos. Es usado en lugar de la UE para la detección y localización anatómica precisa de los cálculos previos al tratamiento en diversos centros. Si un cálculo obstruye un uréter, este dilatado puede generalmente ser seguido en su recorrido hasta a nivel de la piedra, por debajo del cual el uréter no estará distendido. En los casos que el cálculo no este causando una obstrucción y el uréter no este dilatado, puede ser difícil tener la certeza si es una calcificación fuera del uréter o se encuentra dentro del mismo. En estos casos, el uso de medio de contraste intravenoso y con fases retardadas puede ser de mucha ayuda para realzar el trayecto del uréter.

#### **2.2.4.2. Nefrocalcinosis:**

Nefrocalcinosis es un término empleado para describir una calcificación focal o difusa del parénquima renal. La nefrocalcinosis difusa suele ser asociada con los siguientes:

- Hipercalcemia y/o hipercalciuria, notable hiperparatiroidismo y acidosis tubular renal.
- Extensión de necrosis papilar y riñón con médula en esponja, en presencia de metabolismo normal del calcio.

#### **2.2.4.3. Obstrucción del tracto urinario:**

La principal señal de una obstrucción es la dilatación del sistema pielocalicial y del uréter. Todos los cálices afectados son dilatados aproximadamente en el mismo grado; el grado de dilatación depende de la cronicidad; con mayor dilatación marcada, observada más frecuente, es probable que permanezca la obstrucción. El sistema colector obstruido se dilata hasta el nivel de la obstrucción patológica y demostrando que a este nivel se encuentra el principal objetivo del estudio.

La TC es en la actualidad extensamente empleada para la evaluación de la obstrucción del tracto urinario. En obstrucciones agudas, TC no contrastada tiene una sensibilidad para demostrar el cálculo, y a su vez el sistema colector dilatado puede evidenciarse, al punto de que puede trazarse su trayecto hasta el punto de la obstrucción. La TC también posee la ventaja de demostrar otras posibles causas del dolor abdominal, como la apendicitis. La obstrucción crónica secundaria a una tumoración, dentro del sistema colector o externo a ella, que causa compresión, puede ser visualizada directamente en la TC y el estadiaje del tumor puede ser presentado durante la misma investigación.

Varias pueden ser las causas de una obstrucción del tracto urinario, los cuales pueden originarse desde el sistema pielocalicial hasta la uretra.

### **A. Cálculos dentro de la luz del tracto urinario:**

La presencia de cálculos es por lejos, la principal causa de una obstrucción del tracto urinario. Las papilas desprendidas en una necrosis papilar es una causa rara de obstrucción ureteral. El diagnóstico puede ser sugerido cuando una papila dentro del riñón muestra signos de necrosis. Un coágulo de sangre del sistema colector debe ser diferenciado de otra causa como una piedra o un tumor.

### **B. Causa secundaria a la pared del sistema colector:**

El carcinoma de células transicionales (CCT) dentro del uréter o en la vejiga, a nivel de la unión ureterovesical, puede causar obstrucción (un CCT en el sistema pielocalicial raramente causa obstrucción). Los tumores ureterales pueden ser observados como un defecto de relleno en la UE o como un punto de obstrucción con masa no visible. El CCT a nivel ureteral puede evidenciarse bien por estudios de urografía retrograda o anterógrada. La CT, puede también ser empleada para demostrar tumores ureterales y pielocaliciales, particularmente en las fases retardadas, cuando el sistema pielocalicial y el uréter se encuentran relleno de medio de contraste.

La estenosis infectada del sistema colector es la más frecuentemente debido a la tuberculosis o schistosomiasis.

### **C. Obstrucción congénita intrínseca de la unión ureteropélvica:**

En este desorden, el peristaltismo no es transmitido a través de la unión ureteropélvica (UUP). Esta patología puede presentarse a cualquier edad, pero es comúnmente diagnosticado en niños o en adultos jóvenes. El diagnóstico depende de la identificación de la dilatación de la pelvis renal y los cálices, con un cambio abrupto en el calibre de la UUP.

La obstrucción a nivel de la UUP puede ser difícil de distinguir en una UE de variante normal, no obstruida, dilatación renal pélvica denominada “baggy pelvis” (pelvis holgada). Esta distinción puede ser hecha mediante la administración de un diurético intravenosamente. En la obstrucción UUP, la inducción a la diuresis causa una dilatación adicional del sistema pielocalicial y el paciente desarrolla un dolor bajo, mientras que en el “baggy pelvis”, el sistema drena.

#### **D. Causas extrínsecas de obstrucción:**

Los tumores como el carcinoma de cérvix, de ovario y de colon recto-sigmoides y un nódulo maligno de linfoma agrandado son frecuentemente las causas secundarias de la obstrucción ureteral. Los uréteres pueden ser visibles desviados por el tumor, pero, comúnmente, el trayecto ureteral es normal. Porque la mayoría de estos tumores se originan en la línea media o son bilaterales, ambos uréteres pueden ser obstruidos. La TC es el método diagnóstico ideal porque nos muestra la masa tumoral, así como también el nivel de la obstrucción.

En la fibrosis retroperitoneal, en la mayoría de los casos, la causa no puede encontrarse en el inicio de la condición fibrótica, en los cuales encierra y los uréteres y causa obstrucción. A primera vista, solo uno de los lados puede ser obstruido, pero, eventualmente, se desarrolla de forma bilateral. La obstrucción es usualmente a nivel de L4/5. La TC es el método de diagnóstico a elección.

#### **2.2.4.4. Masas del parénquima renal:**

La mayoría de masas solitarias que derivan del parénquima renal pueden ser tumores malignos o quistes simples. En adultos, un tumor maligno se encuentra lo más probable que sea un carcinoma de células renales, mientras que en niños usualmente se encuentra el tumor de Wilms. Otras causas de masa renal incluyen: Absceso Renal, Tumores Benigno



(Oncocitoma, Angiomiolipoma), quistes hidatídicos y metástasis. Ocasionalmente, una invaginación del tejido normal de la corteza en la parte central del riñón (comúnmente denominado “pseudotumor renal” o columna de Bertin) puede ser signo de una masa localizada por ultrasonografía.

En caso de múltiples masas renales pueden incluirse: múltiples quistes simples, enfermedad poliquística, linfoma maligno, metástasis y masas inflamatorias.

Cada vez más, masas renales son detectadas incidentalmente como parte de un estudio de TC solicitada con otro propósito. En adición, la TC provee una útil caracterización de las masas renales identificadas por ultrasonido. La TC puede ser empleada para diferenciar un quiste de un tumor, para diagnosticar angiomiolipomas y para estadiaje de carcinomas renales.<sup>24</sup>

#### **A. Quistes renales:**

Los quistes renales suelen corresponder a nefronas o túbulos colectores muy dilatados. Se define como riñón poliquístico el que tiene 3 a 5 o más quistes. El termino enfermedad poliquística renal corresponde a un trastorno caracterizado por la presencia de múltiples quistes renales.

##### **Quiste simple:**

Los quistes simples son las tumoraciones renales más frecuentes. La mayoría no tienen importancia clínica y se descubren de forma accidental en las autopsias o en los estudios de imagen. Su frecuencia aumenta con la edad y son raros los ejemplos encontrados en los niños.

Aunque se desconoce su causa, su frecuente aparición en los pacientes de edad avanzada indica que son lesiones adquiridas. Aunque la mayoría de los quistes simples son asintomáticos, a veces producen síntomas por compresión debidos a su gran tamaño, mientras que su

hemorragia o su infección pueden provocar dolor y hematuria. Estos quistes pueden ser únicos o múltiples, y con frecuencia son bilaterales. Suele considerarse que la ultrasonografía es la segunda exploración más adecuada para el estudio de un posible quiste renal descubierto en una UE, pero actualmente se encuentran quistes renales en la TC abdominal producidas por causas no renales. Estos quistes suelen tener tamaños variados desde 1 cm a 10-15 cm.

La exactitud diagnóstica de quiste renal simple con TC es casi del 100%, siempre que la lesión cumpla estrictamente los siguientes criterios: a) márgenes y delimitación nítidos en relación al parénquima renal adyacente, b) pared lisa y fina, c) contenido homogéneo de densidad agua con un valor de atenuación de 0 a 10 UH y d) ausencia de realce tras la administración del material de contraste endovenoso. Si una masa renal cumple estos criterios no es necesario estudio adicional alguno.<sup>20</sup>

Aunque la TC es exacta en el diagnóstico de los quistes renales simples, existen posibles errores que deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar los hallazgos de una exploración. Los pequeños quistes renales pueden tener un volumen promediado (efecto volumen parcial) con el tejido renal normal, lo que produce valores de atenuación falsamente elevados, que también pueden ser secundarios a artefactos de endurecimientos del haz (barras de Hounsfield).

### **B. Angiomiolipomas:**

Es usualmente un hallazgo incidental. Son tumores benignos, los cuales raramente causan problemas, aunque, en algunas ocasiones pueden causar una significativa hemorragia retroperitoneal.

### **C. Carcinomas de células renales:**

Son aproximadamente esféricas y comúnmente lobuladas. El valor de atenuación de tumores renales en TC sin administración de material de

contraste endovenoso es muchas veces confundido con el parénquima renal normal, pero áreas de necrosis focalizadas pueden resultar en zonas de baja densidad, y las pequeñas calcificaciones pueden ser observadas en el interior de la masa como también alrededor. Seguido de la administración del material de contraste, las células del carcinoma renal son realzadas, pero no en el mismo grado que el parénquima renal normal, y no son homogéneos en su realce punteado. El diagnóstico tomográfico del carcinoma de células renales es suficientemente preciso, tanto así que una biopsia pre operatoria es raramente solicitada.

La dificultad del diagnóstico surge con las masas quísticas indeterminadas. El grado y la apariencia de cualquier componente sólido dentro del quiste influye en el riesgo de que la lesión pueda volverse maligna. Dependiendo de las circunstancias clínicas y de los resultados de imagenológicos, el médico puede optar por seguir controles de la lesión mediante imágenes o puede decidir proceder a la cirugía, en el supuesto que la lesión fuese probablemente sea maligna. En algunos centros, las lesiones renales indeterminadas son evaluadas con biopsia percutánea bajo guía tomográfica.

### **Estadaje del carcinoma de células renales:**

La determinación del estadio bajo estudios de TC, es comúnmente el método de elección. La TC muestra la directa extensión local, puede demostrar ampliamente el sistema de drenaje de los nódulos linfáticos en el retroperitoneo, puede diagnosticar metástasis hepáticas, de las glándulas suprarrenales y del páncreas, y puede mostrarnos el crecimiento del tumor a lo largo de las venas renales dentro de la vena cava inferior.

La vena renal y la vena cava inferior son particularmente bien demostradas en reconstrucciones sagitales y coronales. Estos planos de estudios adicionales pueden ayudar a demostrar la relación anatómica de

la masa con los vasos del hilio renal y puede ayudar en el planteamiento de resecciones parciales del riñón.

#### **2.2.4.5. Infecciones agudas del tracto urinario superior:**

##### **Pielonefritis aguda:**

La pielonefritis aguda es frecuentemente causada por una infección bacteriana de organismos que entraron al sistema urinario por medio de la uretra. Las anomalías anatómicas como los cálculos, el doble sistema pielocalicial complicado por obstrucción o reflujo, las lesiones obstructivas, y las condiciones como la diabetes mellitus pueden predisponer a infecciones. En adultos, solo un grupo seleccionado de pacientes necesitan estudios imagenológicos.

La mayoría de los pacientes con infección aguda del tracto urinario no requiere de estudios imagenológicos urgentes. En pacientes con signos de infección asociada con dolor, particularmente si los síntomas no son cedidos con antibióticos, el ultrasonido y las radiografías abdominales pueden diagnosticar cálculos subyacentes, obstrucción o formación de abscesos.

#### **2.2.4.6. Abscesos renales y perirrenales:**

El ultrasonido es el estudio inicial en la investigación de sospechas de abscesos renales, aunque en pacientes con malestar grave la TC es a menudo la primera técnica de imagen por optar.

##### **Absceso Intrarrenal:**

Puede tener paredes engrosadas y a su vez mostrar contenido quístico y sólido observado por ultrasonido y TC, pero quizás puede notarse como un quiste simple. Con la TC, es posible observar un realce de la pared del absceso seguido de la inyección intravenosa del material de contraste.

Los quistes simples pueden infectarse, en cuyo caso las características por ultrasonido y TC se asemejan a los de un quiste simple, pero la pared puede llegar a ser un poco más engrosada y frecuentemente con una capa ecogénica dependiente del quiste.<sup>24</sup>

#### **2.2.4.7. Pielonefritis crónica:**

La pielonefritis crónica o nefropatía por reflujo refiere a la aparición tardía de cicatrices focales o difusas en el riñón, producidas por reflujos de orina infectada desde la vejiga hacia los riñones, que principalmente destruyen y dejan cicatrices en el tejido renal. El mayor daño ocurre en los primeros años de vida.

Los signos de una nefropatía por reflujo son:

- Reducción local a lo ancho del parénquima renal (formación de cicatrices). La distancia entre los cálices y el contorno renal adyacente es frecuentemente reducida y puede llegar a tener 1 o 2mm de espesor. Los cálices superiores e inferiores son los más susceptibles al daño por reflujo.
- Dilatación de los cálices en áreas de cicatrización. La dilatación es el resultado de la atrofia de las pirámides.
- Reducción de tamaño renal en conjunto, particularmente por la pérdida del parénquima renal y porque en las cicatrices creadas no hay tejido renal.
- Dilatación del sistema colector afectado por los reflujos.
- Reflujo vesicoureteral que puede ser demostrado mediante estudios de cistografías.

#### **2.2.4.8. Tuberculosis renal:**

La tuberculosis urinaria es consecuencia de la diseminación vía sanguínea del *Mycobacterium tuberculosis*, usualmente desde un foco de infección pulmonar. El bacilo tuberculoso infecta la corteza de los riñones y también puede causar pequeños granulomas corticales, los cuales provocan la ruptura capilar en los túbulos renales e involucran otras regiones del sistema urinario y genital.

En estadios tempranos de la enfermedad, el ultrasonido y la UE pueden ser normales. Varios signos son desarrollados en estadios tardíos que son mejores vistos en estudios de UE:<sup>24</sup>

- Las calcificaciones son comunes. Usualmente son únicos o múltiples focos de calcificaciones irregulares, pero en casos avanzados con una larga estadía de pionefrosis tuberculosa la mayoría del riñón y del sistema colector hidronefrótico pueden ser calcificados, dando así a una llamada autonefrectomía. La calcificación significa curación, pero no significa que la enfermedad este inactiva.
- Los cambios tempranos en las filmaciones posteriores al contraste evidencian irregularidades de los cálices.
- Estructuras de cualquier parte del sistema pielocalicial o del uréter pueden aparecer, produciendo una dilatación de uno o varios cálices.

#### **2.2.4.9. Trauma renal:**

El riñón y el bazo son los órganos internos abdominales que más frecuentemente son dañados. Un trauma cerrado, particularmente producido en accidentes de tránsito y deportes de contacto, son los mecanismos de daño en 75% de los pacientes, el resto es causado por un

daño punzo cortante. Dolor bajo y hematuria son la mayoría de características presentadas.

Las indicaciones de los exámenes por imagen dependen de la clínica del paciente y del abordaje quirúrgico. La TC es la técnica imagenológica por optar ya que no solo nos muestra los riñones sino también nos puede mostrar o excluir daños a otras estructuras abdominales. La TC nos puede demostrar el siguiente:

- Presencia o ausencia de perfusión del riñón dañado.
- Si el riñón del lado opuesto se encuentra normal.
- La extensión del daño a nivel del parénquima renal.
- Daños a otros órganos, una característica muy importante de la penetración de daño, donde otros órganos son frecuentemente lesionados.

#### **2.2.4.10. Anomalías congénitas del tracto urinario**

Las variaciones congénitas en la anatomía del tracto urinario son frecuentes.

##### **A. Sistema colector bífido:**

Es la variante congénita más frecuente. Se puede presentar de forma unilateral o bilateral. Los dobles uréteres pueden unirse a cualquier nivel entre el hilio renal y la vejiga o quizás insertarse por separado dentro de la vejiga. Muchas veces la pelvis renal es bífida, una anomalía sin importancia clínica. En el otro extremo, ambos uréteres pueden estar separados en todo su recorrido y poseer entradas por separado en la vejiga. El uréter puede tener un drenaje fuera de la vejiga, por ejemplo, hacia la vagina o uretra, produciendo incontinencia, si la entrada se

encuentra lejos del esfínter uretral. Tales uréteres son conocidos como uréteres ectópicos, que son frecuentemente obstruidos y en consecuencia pueden dilatarse y ocasionar un prolapso dentro de la vejiga, formando un ureteroceles. Los ureteroceles causa un defecto de llenado a nivel de la vejiga en la UE, y en los estudios por ultrasonido pueden observarse como una estructura quística a nivel de la unión ureterovesical.<sup>24</sup>

### **B. Riñón Ectópico:**

Durante el desarrollo fetal los riñones ascienden dentro del abdomen. Un riñón ectópico ocurre cuando ese ascenso es interrumpido. Estos riñones se encuentran usualmente en la región inferior del abdomen y se encuentran rotados de tal modo que la pelvis renal se encuentre hacia delante. El uréter es corto y viaja directamente hacia la vejiga. En varios casos, ambos riñones se encuentran en el mismo lugar de la pelvis. La pielonefritis crónica, la hidronefrosis y los cálculos son más comunes en riñones ectópicos, pero son muchas veces hallazgos incidentales sin sintomatología en el paciente, que puede ser confundido con masas a nivel del abdomen inferior.

### **C. Riñón en herradura:**

Los riñones pueden fallar en su separación, dando nacimiento a un riñón en herradura. En la mayoría de estas malformaciones el polo inferior de ambos riñones permanece unido. La anomalía puede ser un hallazgo incidental y sin importancia, pero las obstrucciones a nivel de la unión ureterovesical del sistema colector y formación de cálculos son frecuentes.

### **D. Agenesia Renal:**

En la agenesia renal, el riñón opuesto, es normal en su funcionamiento, pero se observará una hipertrofia compensatoria. La ausencia completa del flujo sanguíneo y de la función en el lado afectado podrán ser



observados en estudios con radionúclidos, y la presencia de tejido renal podrá ser evaluado con ultrasonido o TC.<sup>24</sup>

#### **2.2.5. Reseña histórica del Hospital Nacional Edgardo RebagliatiMartins:**

El antiguo Hospital del Empleado, es un centro hospitalario público peruano situado en Lima y administrado por EsSalud. El proyecto de la construcción del hospital nació conjuntamente con la creación del Seguro Social del Empleado en 1948, bajo el gobierno del general Manuel A. Odría. Su construcción se inició en 1951, en terrenos que anteriormente habían pertenecido a la Universidad Mayor de San Marcos. Su nombre original fue el de “Hospital del Empleado”. La obra fue impulsada por el doctor Edgardo RebagliatiMartins, ministro de Salud Pública y Asistencia Social, abogado y gran promotor de la seguridad social en su país.

El proyecto fue encomendado a los arquitectos estadounidenses Edward D. Stone y A. L. Aydelott. Se trataba de una mega construcción en la que se emplearon más de 7.000 toneladas de fierro, 800.000 sacos de cemento, 102.000 metros lineales de tubería, 960.000 metros lineales de alambre y 25.400 unidades de artefactos de luz. El área que cubría era de 127.000 m<sup>2</sup>.

Odría apreciaba mucho esta obra y la consideraba como una de las más representativas de su gobierno, por lo que, a pesar de que aún no estaba totalmente equipada, organizó una ceremonia de inauguración el 24 de julio de 1956, cuatro días antes que culminara su gobierno.

La obra fue finalmente concluida en 1958, ya bajo el segundo gobierno de Manuel Prado Ugarteche. El 3 de noviembre de ese año, fue inaugurado definitivamente en una ceremonia presidida por el ministro de Salud Francisco Sánchez Moreno. Contaba entonces con 466 camas

operativas. Su primer director fue el doctor Guillermo Kaelin de la Puente (hasta 1968).

En 1975 cambió de nombre y fue denominado Edgardo Rebagliati Martins, en homenaje a su impulsor. En 2008 fue declarado “Patrimonio Arquitectónico de la Seguridad Social del Perú”.<sup>14</sup>

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Protocolo:** Conjunto de pasos a seguir para la realización de un estudio radiológico.
- **Tomografía computarizada:** Técnica radiológica que nos permite obtener imágenes anatómicas de cuerpo en tres dimensiones.
- **Tracto urinario:** Conjunto de órganos encargados de la producción, transporte y eliminación de orina.
- **Split-bolus:** División en una dosis total de un medio de contraste en dos partes, las cuales se administrarán en tiempos determinados y distintos.
- **Scout view:** Imagen obtenida al inicio de una exploración tomográfica con el cual se programa el estudio tomográfico en función a la región de interés.
- **Distensión:** Grado de estiramiento de las vías urinarias por el contenido del material de contraste presente en la orina, que se observa en los estudios radiológicos.
- **Atenuación:** Grado de captación del medio de contraste a nivel del parénquima renal.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Estudio de tipo cuasiexperimental, puesto que se midió los resultados urográficos en dos grupos, en los que se aplicó diferentes protocolos para evaluar el tracto urinario superior (split-bolus vs bolo simple multifásico); fue prospectivo, ya que los resultados se fueron midiendo conforme se realizaba la atención; y fue transversal de nivel explicativo, con enfoque cuantitativo.

### **3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

#### **Área de estudio**

El presente estudio se llevó a cabo en el HNERM - ESSALUD, perteneciente a la Red Asistencial Rebagliati, en el servicio de Tomografía y Resonancia Magnética, ubicado en la Av. Rebagliati N 490 - Jesús María.

#### **Población de estudio**

Según información estadística en promedio se realizan:

76 estudios del tracto urinario superior por tomografía computada con contraste en el HNERM durante el periodo de setiembre a octubre del 2015.

### **3.3. MUESTRA DE ESTUDIO O TAMAÑO MUESTRAL**

#### **Unidad de análisis**

Estudio del tracto urinario superior por tomografía computada con contraste en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre a octubre del 2015.

**Tamaño Muestral:**

Puesto que el estudio es cuasiexperimental se tuvo dos grupos: 38 urografías por TC evaluadas por protocolo split-bolus (grupo de estudio) y 38 urografías por TC evaluadas por protocolo bolo simple multifásico (grupo control).

**Tipo de muestreo:**

Para la selección de las urografías por tomografía computada con contraste yodado se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, puesto que se seleccionaron a los objetos de estudio de manera no aleatoria, según cumplieran los criterios de selección y los criterios de pareamiento, tales como el sexo y la edad.

**Criterios de selección*****Criterios de Inclusión:***

- Exámenes de urografía por TC con medio de contraste con uso del protocolo de split-bolus. (Grupo de estudio)
- Exámenes de urografía por TC con medio de contraste con uso del protocolo de bolo simple multifásico. (Grupo control)
- Exámenes de urografía por TC de pacientes con edades de 20 a 60 años.

***Criterios de Exclusión:***

- Exámenes de urografía por TC de pacientes con enfermedad renal crónica.
- Exámenes de urografía por TC de pacientes con presunción diagnóstica de masa renal.
- Exámenes de urografía por TC de pacientes monorrenos.

## **Variables de estudio**

### **Variables Independientes:**

#### **A. Protocolo split-bolus:**

Estudio urográfico por TC que consiste en una adquisición sin contraste inicialmente, luego se administra material de contraste dividido en dos bolo, que gracias a un suficiente retardo en la adquisición entre ambas dosis a la hora de administrar, permite observar la primera dosis a nivel de los sistemas colectores renales, uréteres y vejiga; mientras la segunda dosis todavía opacificaba el parénquima renal. Resultando que en una simple adquisición contrastada incluya ambas nefrográfica y excretoras fases del tracto urinario, eliminando la necesidad de una adquisición de extra.

#### **B. Protocolo bolo simple multifásico:**

Estudio urográfico por TC que consiste en una adquisición sin contraste inicialmente, luego se administra un bolo simple de material de contraste, que gracias al suficiente retardo se realiza una segunda adquisición cuando el medio de contraste opacifica el parénquima renal (fase nefrográfica) y posteriormente luego de 8-10 minutos de la inyección del contraste se realiza una tercera adquisición cuando el contraste está siendo excretado por el sistema colector a nivel de pelvis renal, uréteres y vejiga.

### **3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTO:**

En el presente estudio se usó como técnica la observación, pues los evaluadores dieron sus impresiones diagnósticas acerca de los estudios urográficos con contraste realizados con ambos protocolos a través de la observación directa de las imágenes, la cual tuvo una duración aproximada de 7 minutos por paciente. Cabe resaltar que se contó con la participación de dos médicos radiólogos para evaluar a los 76 estudios urográficos con contraste (38 de protocolo split-bolus y 38 de bolo simple multifásico).

El instrumento utilizado fue un formato de recolección de datos *ad hoc* para completar la información de acuerdo a lo observado, el cual consistió en una serie de enunciados con alternativas cerradas, las cuales se utilizaron para cada protocolo. Cada ficha de recolección fue dividida en 3 partes: datos del paciente, grado de distensión y realce del parénquima; en la sección de datos generales se indicó el sexo y la edad, los cuales permitieron evaluar los criterios de pareamiento, además de registrarse el tipo de protocolo usado, el (1) definió al split-bolus y el (2) al bolo simple multifásico; la sección dos estuvo dividida en dos partes la primera con ítems que permitieron evaluar al tracto urinario superior derecho y la segunda con ítems que evaluaron el tracto urinario superior izquierdo; finalmente la tercera sección constó de dos ítems para evaluar el realce del contraste en el riñón derecho e izquierdo. (Anexo II)

#### **Procedimiento**

Se trabajó con dos grupos de pacientes: grupo split-bolus y grupo bolo simple multifásico. Para determinar a qué grupo perteneció cada paciente se empleó un cronograma de trabajo, en el cual se establece que los pacientes que asistan fechas impares se les aplicó el protocolo split-bolus y los que asistan fechas pares el protocolo de bolo simple multifásico. Además se tomó en cuenta que los pacientes seleccionados debieron cumplir con los criterios de selección y pareamiento. Dicho procedimiento se usó hasta completar la muestra de estudio (38 para cada grupo).

Todos los participantes asistieron en ayunas y con su copia de valores séricos de creatinina. Cabe resaltar que cada uno de ellos firmó un consentimiento informado pues sus resultados fueron usados para el estudio; previo a esta firma, se les explicó a los pacientes la finalidad de la investigación.

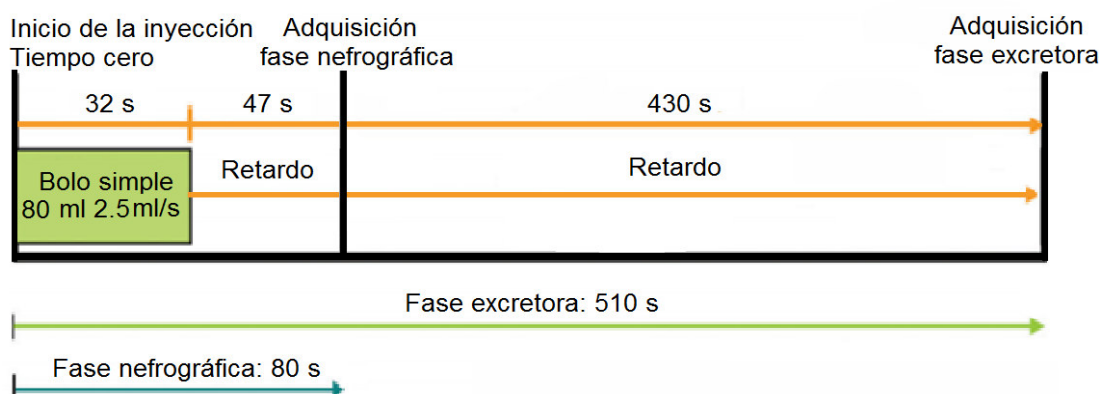
En ambos grupos de pacientes los estudios fueron realizados en un TC Multidetector 16 cortes (BrightSpeedElite;GEHealthcare, Eindhoven, Países Bajos). Las imágenes en fase sin contraste, nefrográfica y excretora se presentaron en pacientes del grupo bolo simple multifásico, mientras que imágenes en fase sin contraste y nefrográfica/excretora sincronizada fueron presentados en pacientes del grupo split-bolus. Todos los pacientes ingirieron 500ml de agua 30 minutos previos del inicio del estudio y se administró el medio de contraste mediante el empleo de un inyector automático. Se realizaron los exámenes con el paciente en decúbito supino con los brazos por encima de la cabeza, en apnea inspiratoria y sin compresión abdominal.

Todas las imágenes no contrastadas fueron presentados desde la vértebra dorsal once (D11) hasta la sínfisis del pubis. Las imágenes fueron obtenidas usando una colimación del detector de 16 x 1.25 mm y fueron reconstruidas en volúmenes de 2.5 mm de grosor con un intervalo de imagen de 1.25 mm. Todos los estudios de imagen se presentaron usando un pitch de 1.3 y 120 kVp. La selección de la corriente del tubo (en mAs) fue determinado de manera automática mediante la tarjeta dosimétrica. (Anexo VI)

En los pacientes del grupo bolo simple multifásico, la fase nefrográfica fue adquirida a los 80 segundos posterior al inicio de la inyección de 80ml vía endovenosa de medio de contraste IOHEXOL 350mg (I)/ml (A un caudal de 2.5 ml/s). Las imágenes de la fase nefrográfica fueron obtenidas desde de las cúpulas diafragmáticas hasta la sínfisis del pubis. Las imágenes fueron adquiridas empleando una colimación de detectores de 16x 1.25 mm, en volúmenes de 2.5mm e

intervalo de imagen de 1.25 mm. Las imágenes en fase excretora se presentaron comenzando los 510 segundos después del inicio de la inyección del medio de contraste. Se adquirieron imágenes con una colimación de los detectores de 16 x 1.25 mm, en volúmenes con 2.5mm de grosor de corte y un intervalo de imagen de 1.25 mm. El tiempo para el control de las imágenes nefrográfica y excretora fueron automáticos para prevenir error del operador.

**Figura N° 1. Esquema de las etapas de adquisición del estudio tomográfico del tracto urinario con el protocolo bolo simple multifásico.**



Fuente: Elaboración propia

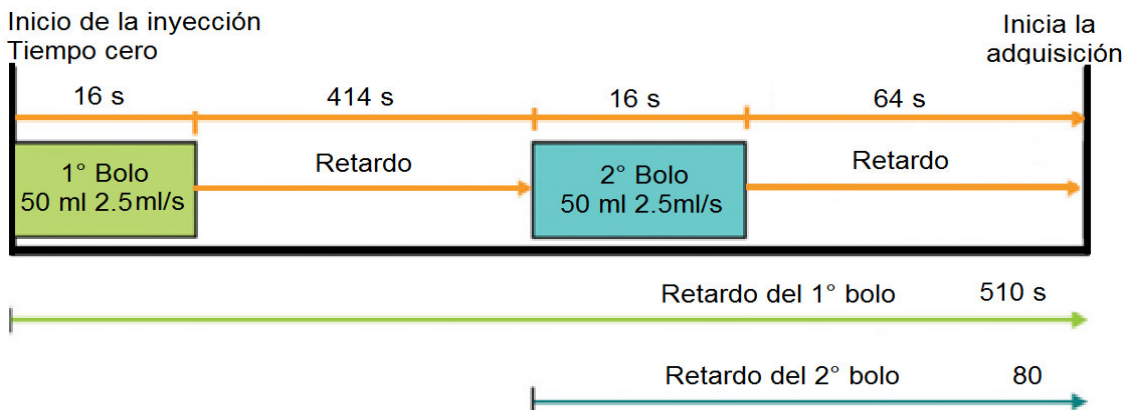
En los pacientes del grupo split-bolus, las fases nefrográfica/excretora sincronizadas fueron presentadas desde por encima de las cúpulas diafragmáticas hasta la sínfisis del pubis. Se utilizó dos bolos de 40ml de medio de contraste IOHEXOL 350mg (I)/ml a un caudal de 2.5ml/s. El primer bolo (inició la inyección [tiempo cero], 50 ml a 2.5 ml/s) que se encargó de la opacificación del tracto urinario. El segundo bolo (430 segundos después del tiempo cero, 50 ml a 2.5ml/s) fue inyectado 414 segundos después de culminar la inyección del primer bolo, el cual fue el responsable de resaltar la corteza, la médula y las venas renales. La adquisición simple contrastada comenzó con un retardo de 510 segundos después del tiempo cero, resultando en realce simultáneo los riñones y el tracto urinario. La fase nefrográfica y excretora sincronizada del protocolo split-bolus fue adquirido empleando una



colimación del detector de 16 x 1.25 mm y en volúmenes de 2.5mm de grosor de corte, con un intervalo de imagen de 1.25 mm. El control del tiempo de ambos bolos de medio de contraste endovenoso fue realizado con un cronómetro digital.

Se procedió al almacenamiento en unidades DVD-R para cada estudio. Posterior al término de los estudios se le preguntó al paciente si tiene alguna molestia y se le acompañó a la salida de la sala tomográfica.

**Figura N° 2. Esquema de las etapas de adquisición del estudio tomográfico del tracto urinario con el protocolo split-bolus.**



Fuente: Elaboración propia

### 3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizó los trámites administrativos para la ejecución del proyecto de investigación. El formato de recolección de datos (Anexo II) fue aplicado durante el mes de octubre según los criterios de inclusión y exclusión:

Se considerara la siguiente secuencia:

- Solicitar revisión y/o aprobación del proyecto de tesis en la Escuela Profesional de Tecnología Médica – Facultad de Medicina – UNMSM.

- b. Reunirse con la Dra. jefa del servicio de Tomografía y Resonancia Magnética del HNERM, explicándole los objetivos, el propósito y la justificación del estudio; a su vez, solicitando la autorización para la ejecución del presente proyecto de investigación.
- c. Se estableció un cronograma de trabajo para la selección de la muestra, en el cual se determinó los días que se aplicaron los protocolos respectivos.
- d. Se le explicó a los pacientes acerca del estudio a realizarse, dándoles a conocer los objetivos y justificación de la investigación. Luego se les invitó a pertenecer al estudio mediante la firma del consentimiento informado (Anexo III).
- e. Se procedió a realizar los estudios tomográficos aplicando los protocolos según el cronograma establecido.
- f. Se almacenaron los estudios en unidades de disco DVD-R para su posterior análisis.

### **3.6. ANÁLISIS DE DATOS**

Los volúmenes que se adquirieron en ambos protocolos son posteriormente trabajados en la plataforma Osirix Lite 8.0, y se realizó reconstrucciones multiplanares (MPR), proyección de máxima intensidad (MIP) y Volumen rendering (VR).

Se procedió a completar el formato de recolección de datos mediante la información que nos proporcionó los observadores que participaron en esta investigación (dos médicos radiólogos con 10 años de experiencia dedicados exclusivamente al informe de estudios por tomografía).

Para evaluar la distensión se realizó reconstrucciones axiales y coronales de la adquisición en fase excretora (protocolo bolo simple multifásico) y en la fase sincronizada nefrográfica-excretora (protocolo split-bolus), se presentó las imágenes coronales en MIP con un grosor de 10 mm y en VR. El observador evaluó los siguientes segmentos ipsilateral: sistema colector intrarenal (cálices y pelvis renal), uréter proximal (desde el polo inferior renal hasta la cresta iliaca), medio (desde cresta iliaca hasta la mitad de la articulación sacroiliaca) y distal (desde la mitad de la articulación sacroiliaca hasta la unión ureterovesical); los cuales fueron calificados en forma cualitativa en: adecuadamente opacificado (AO), parcialmente opacificado (PO) e Inopacificado (IO).

La evaluación de la atenuación fue de manera cualitativa, mediante la apreciación subjetiva del observador, los cuales fueron calificados en: adecuadamente opacificado (AO), parcialmente opacificado (PO) e Inopacificado (IO).<sup>7</sup>

Los observadores llenaron una ficha por cada paciente de ambos protocolos. Posteriormente, se le asignó un valor del 1-3 a las calificaciones de cada ítem de la siguiente manera: AO (3 puntos), PO (2 punto) e IO (1 puntos). Con ello, se creó una matriz de datos que fueron trabajados en el programa estadístico SPSS.

Los datos fueron procesados, interpretados y analizados haciendo uso de la base teórica y pruebas estadísticas; luego se elaboraron las tablas con sus respectivos gráficos.

Respecto a las pruebas estadísticas se realizó la prueba de normalidad para identificar la distribución de los datos, al determinar que no existe normalidad de los datos, se utilizó la prueba estadística no paramétrica ***Ude Mann-Whitney*** para evaluar la diferencia de grupos, mediante la relación de sus medias.

### **3.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS:**

La práctica de la bioética está basada en hechos concretos, principios y reglas. Los principios guían al profesional de la salud hacia un enfoque particular en la solución de un problema, pueden además cumplir con la función de justificación, son normas generales, necesarias y suficientes para dirimir los dilemas éticos, consisten en reglas que ordenan los argumentos y permiten resolver las diversas situaciones.

Es así que se consideró los principios de la ética para esta investigación; así, el principio de la autonomía, el cual consiste en que cada persona es auto determinante para optar por las propias escogencias en función de las razones del mismo, es decir, que al hacer uso de la libertad, cada quien conduce su vida en concordancia con sus intereses, deseos y creencias; el principio de justicia, relacionado con la norma moral de dar a cada quien lo que necesita, de la cual se derivan diversas obligaciones, como realizar una adecuada distribución de los recursos, proveer a cada paciente de un adecuado nivel de atención, y disponer de los recursos indispensables para garantizar una apropiada atención de salud; el principio de la beneficencia, obrar en función del mayor beneficio posible para el paciente y se debe procurar el bienestar de la persona; y por último el principio de la no maleficencia, que es la formulación negativa del principio de beneficencia que nos obliga a promover el bien, los preceptos morales provenientes de este principio son no matar, no inducir sufrimiento, no causar dolor, no privar de placer, ni ocasionar discapacidad evitable.

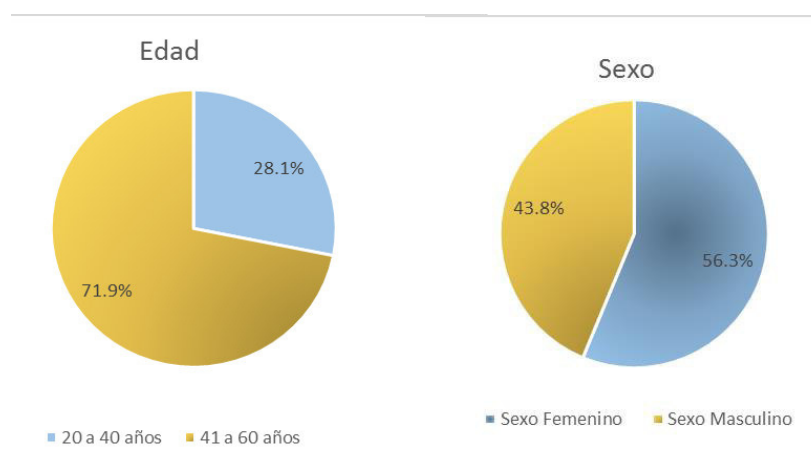
Es por ello que se informó del proceso al médico jefe del Servicio de Tomografía y Resonancia Magnética, a los médicos radiólogos, a los licenciados tecnólogos médicos en radiología que son los encargados de realizar estos estudios y a los pacientes, quienes a través de la firma de un documento, donde se precisan las actividades a realizar, dieron el consentimiento expreso de su participación en el estudio.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS:

Gráfico N°1

Datos generales: edad y sexo



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°1

Prueba de normalidad de *Shapiro-Wilk* del estudio del tracto urinario superior.

Variables	Sig.	Normalidad
Tracto urinario superior derecho - Evaluador 1	0.000	NO
Tracto urinario superior izquierdo - Evaluador 1	0.000	NO
Parénquima renal - Evaluador 1	*	NO
Tracto urinario superior derecho - Evaluador 2	0.000	NO
Tracto urinario superior izquierdo - Evaluador 2	0.000	NO
Parénquima renal - Evaluador 2	*	NO

\*Parénquima renal, en los tres evaluadores es una constante y se ha desestimado.

Fuente: Elaboración propia

Al tener variable cuantitativa, se observaron los resultados de normalidad a través de la prueba de *Shapiro-Wilk*, la cual indicó que los datos no tienen una distribución normal, por tanto, para determinar la efectividad del protocolo split-bolus frente al protocolo de Bolo simple multifásico, fue necesario utilizar una prueba no paramétrica para dos muestras independientes, como es la *Prueba U de Mann-Whitney*.

### Pruebas de Hipótesis:

- **Formulación de la Hipótesis General:**

- **Hi:** Existe una diferencia significativa en la efectividad del protocolo split-bolus y el protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015.
- **Ho:** No existe una diferencia significativa en la efectividad del protocolo split-bolus y el protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015.

### Elección de nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

#### 1) Regla de decisión

Si  $p < \alpha$  entonces se rechaza la hipótesis nula.

### Cálculo de estadístico de prueba

Tabla N°2

**Análisis de los resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos del tracto urinario superior emitido por los evaluadores.**

Evaluador	Estudio del tracto urinario superior						
	Protocolo split-bolus			Protocolo de bolo simple multifásico			Valor p <sup>†</sup>
	N	Media	DE*	n	Media	DE*	
<b>Evaluador 1</b>	38	40.00	2.63	38	39.47	2.88	0.674
<b>Evaluador 2</b>	38	35.88	3.10	38	35.40	3.02	0.675

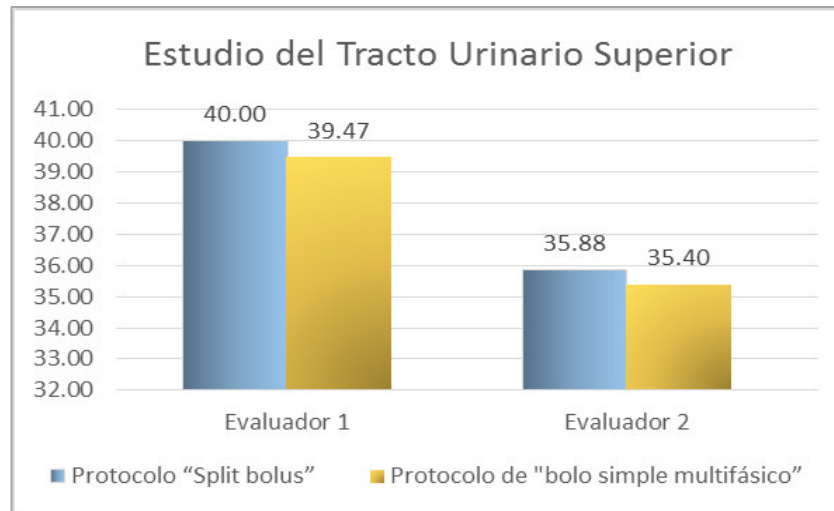
\*DE= Desviación estándar

† Prueba U de Mann-Whitney

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N°2**

**Resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos del tracto urinario superior emitido por los evaluadores.**



Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°2, se observan los resultados, según grupos del estudio del tracto urinario superior, donde: para el evaluador 1, las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzó un puntaje promedio de 40 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 39.47, no observándose diferencias significativas ( $p=0.674$ ); para el evaluador 2, las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzó un puntaje promedio de 35.88 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 35.4, no observándose diferencias significativas ( $p=0.675$ ), esto indica que la calidad de imágenes son similares. (Ver Tabla N°2 y Gráfico N°2)

- **Formulación de la Hipótesis Específica 1:**

- **Hi:** Existe una diferencia significativa entre los valores de la distensión del tracto urinario superior derecho en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.

- **Ho:** No existe una diferencia significativa entre los valores de la distensión del tracto urinario superior derecho en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.

### Elección de nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

### 2) Regla de decisión

Si  $p < \alpha$  entonces se rechaza la hipótesis nula.

### Cálculo de estadístico de prueba

**Tabla N°3**

**Comparación de los valores de la distensión del tracto urinario superior derecho en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.**

Evaluador	Distensión del tracto urinario superior derecho						
	Protocolo split-bolus			Protocolo de bolo simple multifásico			
	n	Media	DE*	n	Media	DE*	Valor p <sup>†</sup>
<b>Evaluador 1</b>	38	17.13	1.26	38	16.47	1.96	0.376
<b>Evaluador 2</b>	38	13.69	1.45	38	12.87	2.33	0.432

\*DE= Desviación estándar

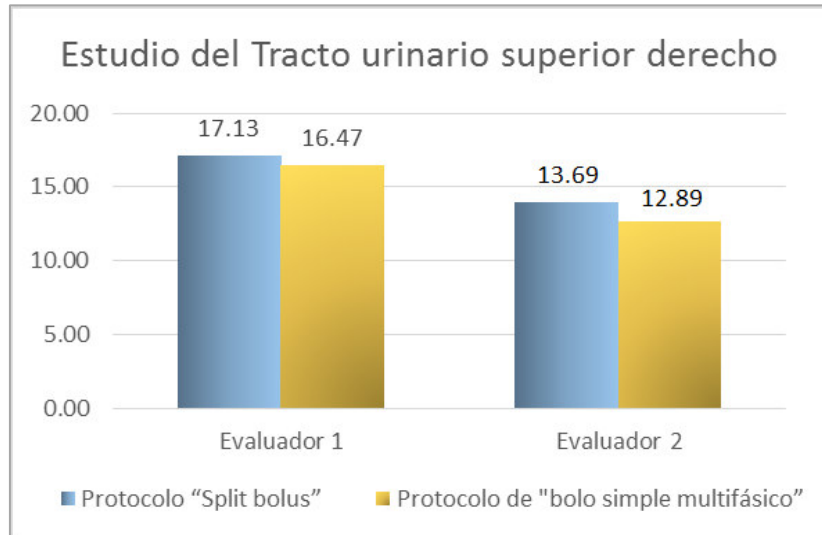
† Prueba U de Mann-Whitney

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico N°3.**

**Resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos de la distensión del tracto urinario superior derecho emitido por los evaluadores.**



Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°3, se observan los resultados según grupos del estudio del tracto urinario superior derecho, donde: para el evaluador 1, las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzó un puntaje promedio de 17.13 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 16.47, no observándose diferencias significativas ( $p=0.376$ ); para el evaluador 2, las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzo un puntaje promedio de 13.69 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 12.87, no observándose diferencias significativas ( $p=0.432$ ), esto indica que la calidad de imágenes son similares. (Ver Tabla N°3 y Gráfico N°3)

- **Formulación de la Hipótesis Específica 2:**

- **Hi:** Existe una diferencia significativa entre los valores de la distensión del tracto urinario superior izquierdo en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.

- **Ho:** No existe una diferencia significativa entre los valores de la distensión del tracto urinario superior izquierdo en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.

### Elección de nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

### 3) Regla de decisión

Si  $p < \alpha$  entonces se rechaza la hipótesis nula.

### Cálculo de estadístico de prueba

**Tabla N°4**

**Comparación de los valores de la distensión del tracto urinario superior izquierdo en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.**

Evaluador	Distensión del tracto urinario superior izquierdo						
	Protocolo split-bolus			Protocolo de bolo simple multifásico			
	n	Media	DE*	n	Media	DE*	Valor p <sup>†</sup>
<b>Evaluador 1</b>	38	16.88	1.63	38	17.00	2.17	0,459
<b>Evaluador 2</b>	38	16.19	2.40	38	16.53	2.03	0,661

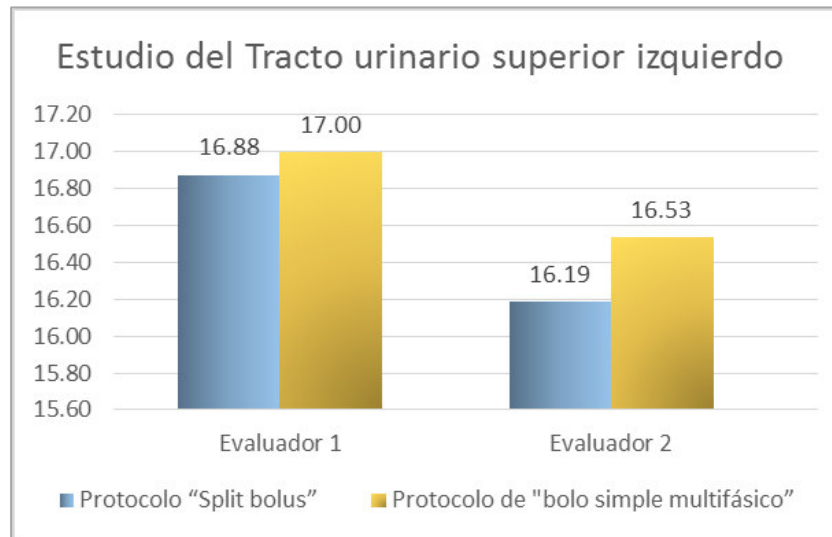
\*DE= Desviación estándar

† Prueba U de Mann-Whitney

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N°4**

**Resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos de la distensión del tracto urinario superior izquierdo emitido por los evaluadores.**



Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°4, se observan los resultados según grupos del estudio del tracto urinario superior izquierdo, donde: para el evaluador 1, las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzó un puntaje promedio de 16.88 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 17.00, no observándose diferencias significativas ( $p=0.459$ ); para el evaluador 2, las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzo un puntaje promedio de 16.19 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 16.53, no observándose diferencias significativas ( $p=0.661$ ), esto indica que la calidad de imágenes son similares. (Ver Tabla N°4 y Gráfico N°4)

- **Formulación de la Hipótesis Específica 3:**

- **Hi:** Existe una diferencia significativa entre los valores del realce del parénquima renal en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.

- ***Ho:***No existe una diferencia significativa entre los valores del realce del parénquima renal en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.

### Elección de nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

### 4) Regla de decisión

Si  $p < \alpha$  entonces se rechaza la hipótesis nula.

### Cálculo de estadístico de prueba

**Tabla N°5**  
**Comparación de los valores del realce del parénquima renal en los estudios urográficos según el protocolo split-bolus y bolo simple multifásico emitido por los evaluadores.**

Evaluador	Realce del parénquima renal						
	Protocolo split-bolus			Protocolo de bolo simple multifásico			Valor p <sup>†</sup>
	n	Media	DE*	n	Media	DE*	
<b>Evaluador 1</b>	38	6.00	0.00	38	6.00	0.00	1
<b>Evaluador 3</b>	38	6.00	0.00	38	6.00	0.00	1

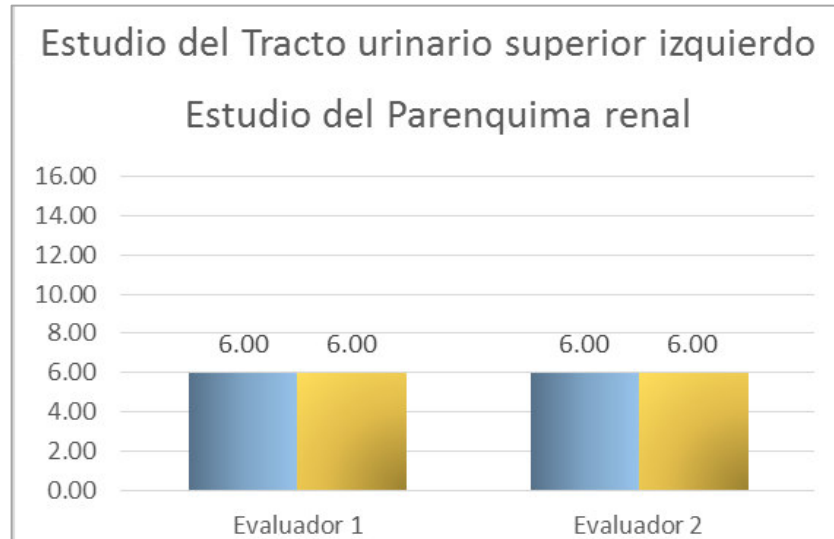
\*DE= Desviación estándar

† Prueba U de Mann-Whitney

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N°5**

**Resultados obtenidos entre ambos protocolos de estudios tomográficos del realce del parénquima renal emitido por los evaluadores.**



Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°5, se observan los resultados según grupos del estudio del parénquima renal, donde: para el evaluador 1, las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzó un puntaje promedio de 6.00 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 6.00, no observándose diferencias significativas ( $p=1.00$ ); para el evaluador 2, las imágenes del protocolo por split-bolus alcanzó un puntaje promedio de 6.00 y por el método de bolo simple multifásico un promedio de 6.00, no observándose diferencias significativas ( $p=1.00$ ), esto indica que la calidad de imágenes son similares. (Ver Tabla N°5 y Gráfico N°5)

## 4.2. DISCUSIÓN:

Los tomógrafos computarizados multicortes permiten obtener imágenes de alta resolución espacial, a esto se suma que la calidad de imágenes depende del protocolo optado para realizar el estudio.

En la actualidad, se han desarrollado diferentes protocolos con el objetivo de optimizar esta técnica y disminuir la dosis de radiación absorbida que reciben los pacientes; dentro de éstos protocolos, se tiene la aplicación de un bolo de contraste intravenoso fraccionado conocido como split-bolus, lo cual ha demostrado ser una alternativa viable. Pese a los posibles beneficios de esta técnica su uso podría restringirse a situaciones determinadas.

Al evaluar y comparar los estudios tomográficos del tracto urinario superior por dos evaluadores para ambos protocolos se identificó que la calidad de imágenes tanto para el protocolo por split-bolus como para el protocolo de bolo simple multifásico son similares, es decir, no existe relación significativa en la observación de cada evaluador, teniendo un p valor mayor a 0,05; pese a que la observación promedio para el primer protocolo se encuentra ligeramente incrementada, de igual manera **Salmerón I. y col.<sup>12</sup>** comparó ambos protocolos con una población total de 64 pacientes (34 con el protocolo simple multifásico y 30 con el protocolo 58 split-bolus), para efectos de la investigación se encontró una similitud en la muestra obtenida (32 pacientes en cada protocolo), adicionalmente hay coincidencia en que entre ambos protocolos no existe una diferencia significativa ( $p > 0.05$ ); en contraposición con los resultados del estudio de **Dilman J. y col.<sup>13</sup>** se identifica que el protocolo simple multifásico resulto ser superior al protocolo split-bolus ( $p = 0.05$ ) en la distensión del tracto urinario, pero sin presencia de diferencias significativas en el nivel de opacificación del sistema colector intrarrenal entre ambos protocolos, la cual podría deberse a que realizaron estudios con una velocidad de inyección de 3 ml/s y una cantidad de contraste de 150 ml, siendo ambos factores superiores al empleado en el presente estudio.

#### **4.3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO:**

Una de las principales limitaciones al realizar el presente estudio sucedió al recolectar la muestra, ya que en la lista de pacientes citados no siempre especificaban el estudio a realizar, lo cual impedía anticipar los días que se realizaran los estudios. Ante ello se tuvo que esperar la llegada de los pacientes en cada turno y con la solicitud de ellos corroborar el examen. Por lo cual el tiempo de la recolección de los pacientes se tuvo que ampliar más de lo previsto, aproximadamente 2 meses más. Adicionalmente, como el servicio posee en total 3 tomógrafos, cada uno con su propio listado de pacientes, se intentó en lo posible seleccionar la mayoría de las urografías por TC y realizarlas en el GE Brighspeed 16 cortes, ya que el número de detectores es un factor de la resolución espacial de los estudios tomográficos: lo cual significó una mayor demora en la recolección de la muestra.

En un inicio se propuso emplear un caudal para la inyección del contraste de 3.5ml/s, pero ante la dificultad en gran cantidad de pacientes para encontrar una vía periférica de adecuado calibre nos limitó a emplear el límite inferior de 2.5 ml/s. Siendo el caudal un factor importante en los estudios de urografía por TC.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- Los valores del tracto urinario superior en ambos protocolos de estudio urográfico no presentaron diferencias significativas según los dos evaluadores (evaluador 1  $p=0,674$  y para el evaluador 2  $p=0,675$ ).
- En relación a los valores de la distensión del tracto urinario superior derecho en ambos protocolos de estudio urográfico no presentaron diferencias significativas según los tres evaluadores (evaluador 1  $p=0,376$  y para el evaluador 2  $p=0,432$ ).
- En relación a los valores de la distensión del tracto urinario superior izquierdo en ambos protocolos de estudio urográfico no presentaron diferencias significativas según los tres evaluadores (evaluador 1  $p=0,459$  y para el evaluador 2  $p=0,661$ ).
- Los valores del realce del parénquima renal en ambos protocolos de estudio urográfico no presentaron diferencias significativas según los tres evaluadores (evaluador 1  $p=1,0$ ; para el evaluador 3  $p=1,0$ ).
- Al no observarse diferencias significativas entre los resultados de ambos protocolos, se demuestra que la aplicación del protocolo split-bolus en determinadas situaciones podría ser beneficioso para el paciente en comparación al protocolo de bolo simple multifásico.



## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Al observarse datos estadísticamente no significativos entre ambos protocolos (split-bolus y bolo simple multifásico), se recomienda el incremento del tamaño muestral para ambas técnicas, con la finalidad de verificar si al aumentar la población los datos evaluados salen significativos, identificando si realmente hay diferencias en la calidad de imagen.
- Se recomienda establecer como protocolo alternativo el split-bolus, con la finalidad de no exponer a los pacientes a un incremento de la dosis de radiación según la presunción diagnóstica, asimismo, esto nos ayudará en la agilización de la entrega de resultados.
- Se recomienda emplear el protocolo split-bolus en pacientes menores de 40 años, ya que a partir de dicha edad hacia delante se haya una mayor incidencia de neoplasias a nivel renal. Considerando a su vez que mientras más joven es el paciente más sensible a la radiación será.<sup>3</sup>
- Se recomienda realizar investigaciones que integren otros factores como peso, talla, edad, entre otros. A su vez se sugiere optimizar el volumen de contraste empleado, para así reducir su interacción en a función renal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Estadísticas Sanitarias Mundiales. Organización Mundial de la Salud. Suiza. 2013
2. Moss, Gamsu, Genant. Computed Tomography of the Body with Magnetic Resonance Imaging. 2ªed. Vol. 3. Pg.
3. Maheshwari E, O'Malley ME, Ghai S, Staunton M, Massey C. Split-bolus MDCT Urography: Upper Tract Opacification and performance for upper tract tumors in patients with hematuria. *AJR Am JRoentgenol*. 2010; 194: 453-8.
4. Akira Kawashima, Terri J. Vrtiska, Andrew J. LeRoy, Robert P. Hartman, Cynthia H. McCollough, Bernard F. King. CT Urography. *Radiographics* 2004; 24: S35–S58.
5. Á. Franco, M. Tomás y A. Alonso-Burgos. La urografía intravenosa ha muerto, ¡viva la tomografía computarizada! *ActasUrol Esp*. 2010; 34(9): 764–774.
6. Nawfel RD, Judy PF, Schleipman AR, Silverman SG. Patient radiation dose at CT urography and conventional urography. *Radiology*. 2004; 232 (1): 126-32.
7. MakaKekelidze, Roy S. Dwarkasing, Marcel L. Dijkshoorn, Karolina Sikorska. Paul C. M. S. Verhagen, Gabriel P. Krestin. Kidney and Urinary Tract Imaging: Triple-Bolus Multidetector CT Urography as a One-Stop Shop—Protocol Design, Opacification, and Image Quality Analysis. *Radiology*. 2010; 255(2): 508-516.
8. Start G. Silverman, Richard H Cohan. CT Urography an Atlas. Philadelphia. Wolters Kluwer Health. 2007.
9. Michael Grasso, Demterius H Bagley. Upper urinary tract urothelial carcinoma. New York. 2015.
10. Chow L, Kwan S, Olcott E, Sommer G. Split-bolus MDCT: urography with synchronous nephrographic and excretory phase enhancement. *AJR Am J Roentgenol*. 2007 Aug; 189(2):314-22.
11. Karina Hermosilla M, Roberto Cabrera T, Benjamín Horwitz Z, Rodrigo Raurich S, Marco Barbieri H, Samuel Gac H, et al. Urografía por

- tomografía computada multicorte (UROTAC): Estudio descriptivo utilizando la técnica de split-bolus. *RevChilRadiol* 2009; 15(2): 65-69.
12. SalmerónBéliz I., Cogollos I., Blazquez N., Ibañez M., Hernandez S. Muñiz, A. García de Vicente, et al. Single and split-bolus CT Urography: radiation dose and image quality comparison. *ESR* 2013.
  13. Dillman J, Caoili E, Cohan R, Ellis J, Francis I, Nan B, et al. Comparison of urinary tract distension and opacification using single-bolus 3-Phase vs split-bolus 2-phase multidetector row CT urography. *J Comput Assist Tomogr.* 2007 Sep-Oct;31(5):750-7.
  14. Essalud. Poblacion asegurada a essalud, según red asistencial, 2015. Mapa temático de las estadísticas institucionales 2015. Gerencia general de planeamiento y desarrollo – subgerencia de estadística. 2015.
  15. Timothy Jones, NishaMirpuri, Pratiksha Patel, Shreelata Data. *Renal and Urinary Systems*. 4° ed. Mosby Elsevier. Leicester, UK. 2012
  16. Keith L. Moore, Arthur F. Dalley II, Anne M.R. Agur, B. Moore: *Anatomia con OrientaciónClínica*. 7° ed. Wolters Kluwer Health. 2013. Pj. 347-348.
  17. Alan J. Wein, Louis R. Kavoussi, Andrew C. Novick, Craig A. Peters. *Campbell-Walsh. Urology*. 10° ed. Elsevier Saunders. 2012. Pj. 31.
  18. T. W. Sadler. *Langman's Medical Embryology*. 12° ed. Wolters Kluwer. 2012. Pj. 332, 338.
  19. Elliot K. Fishman & R. Brooke Jeffrey. *Mutidetector TC*. 1° ed. Marbán. 2009. Pj. 311-328.
  20. John R. Haaga, Vikram S. Dogra, Michael Forsting, Robert C. Gilkeson, Kwon Hyun Ha and MuraliSundaram. *TC y RM Diagnóstico por imagen del cuerpo humano*. 2° ed. Elsevier. 2006. Tomo II. Pj 1173.
  21. W. Richard Webb, William W. Brant, Nancy M. Major. *Fundamentos de TAC BODY*. 3° ed. Marbán. 2010. Pj. 273.
  22. Lois E. Romans. *Computed Tomography for Technologists, A Comprehensive Text*. Wolters Kluwer. 2011. Pj 304.

23. Suzanne Henwood. Clinical CT Techniques and Practice. 1° ed. Cambridge University Press. 2008. Pj. 88.
24. Andrea Rocjall, Andrew Hatrick, Martin Wastie. Diagnostic Imaging. 7° ed. WilwyBackwell. 2013. Pj. 229.
25. Sommer F, Brook JR, Rubin GD et al. Detection of ureteral calculi in patients with suspected renal colic: value of reformatted non-contrast helical CT. Am JRoentgenol 1995; 165: 509–513.
26. Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA et al. Acute flank pain: comparison of non contrast enhanced CT and intravenous urography. Radiology 1995; 194: 789–794.
27. R. Bruening, A. Kuettner, T. Flohr. Protocols for Multislice CT. 2° ed. Springer. 2006. Pj. 213, 214.

## ANEXOS

### INDICE

<b>ANEXO I:</b> Matriz de consistencia.....	66
<b>ANEXO II:</b> Ficha de recolección de datos.....	67
<b>ANEXO III:</b> Consentimiento informado .....	69
<b>ANEXO IV:</b> Solicitud para la ejecución de proyecto de investigación.....	70
<b>ANEXO V:</b> Operacionalización de variables .....	71
<b>ANEXO VI:</b> Parámetros de estudio.....	72
<b>ANEXO VII:</b> Post proceso protocolos de urografía por TC.....	74

## ANEXO I

### Matriz de consistencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Tendrá efectividad el protocolo split-bolus frente al protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior realizado en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015?	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar la efectividad del protocolo split-bolus frente al protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior realizado en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015.</p>	<p><b>Antecedentes:</b></p> <p>I. Salmerón Béliz, I. Cogollos y col. (2010), realizaron un estudio sobre "Urografía por TCMD método simple y split-bolus: comparación de la dosis de radiación y calidad de imagen", con una evaluación prospectiva.</p>	<p><b>Hi:</b> Existe una diferencia significativa en la efectividad del protocolo split-bolus y del protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior realizado en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015.</p>	<p><b>Variables independientes:</b></p> <p>- Grado de distensión del tracto urinario superior derecho e izquierdo.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p>- Grado de distensión del tracto urinario superior.</p> <p>- Grado de atenuación del tracto urinario superior.</p> <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>- Tracto urinario superior</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Cuasi-experimental</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Prospectivo Transversal</p> <p><b>Población y muestra:</b> <b>Población:</b> 76 pacientes que se realizaron exámenes de urografía por TC.</p> <p><b>Muestra:</b> Dos grupos: 38 pacientes que se realizaron exámenes de Urografía por TC evaluadas por protocolo split-bolus (grupo de estudio) y 38 pacientes que se realizaron exámenes de urografía por TC evaluadas por protocolo bolo simple multifásico (grupo control).</p> <p><b>Técnicas e Instrumentos:</b> <b>Observación:</b> Formato de recolección de datos.</p>
	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar los valores de la distensión del tracto urinario superior derecho en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico.</li> <li>- Analizar los valores de la distensión del tracto urinario superior izquierdo en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico emitidos por los evaluadores.</li> <li>- Analizar los valores del realce del parénquima renal en los estudios urográficos según los protocolos split-bolus y bolo simple multifásico emitidos por los evaluadores.</li> </ul>	<p>Dillman J. y col. (2007) en Michigan, USA, realizaron un estudio sobre "Comparación en la opacificación y distensión del tracto urinario usando bolo único trifásico vs split-bolus bifásico en urografía TC multidetector"</p>	<p><b>Ho:</b> No existe una diferencia significativa en la efectividad del protocolo split-bolus y del protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del Tracto urinario superior realizado en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins durante el periodo de setiembre-octubre del 2015.</p>		

## ANEXO II

### Ficha de recolección de datos

**Presentación:** Estudio de investigación el cual tiene por objetivo evaluar la efectividad del protocolo split-bolus frente al protocolo de bolo simple multifásico en el estudio del tracto urinario superior en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins. Le agradezco brindarme parte de su tiempo. Cabe destacar que esta información solo es para fines de investigación.

#### 1. DATOS GENERALES:

**EDAD:** \_\_\_\_\_

**SEXO:** Femenino ( )      Masculino ( )

**INSTRUCCIONES:** A continuación encontrará una lista de enunciados, responda marcando con una "X" la respuesta que considere correctas según las siguientes opciones.

1. Adecuadamente opacificado (AO)
2. Parcialmente opacificado (PO)
3. Inopacificado (IO)

Por ejemplo:

N°	Segmento	AO	PO	IO
0	Corteza Renal	X		

\* Eso quiere decir que la corteza renal esta adecuadamente opacificado.

#### 1. Grado de distensión:

Tracto urinario superior derecho				
Segmentos		AO	PO	IO
<b>Sistema colector Intrarenal</b>	Cálices renales del polo superior.			
	Cálices renales del polo medio.			
	Cálices renales del polo inferior.			
<b>Uréter Proximal</b>				
<b>Uréter Medio</b>				
<b>Uréter Distal</b>				

Tracto urinario superior izquierdo				
Segmentos		AO	PO	IO
<b>Sistema colector Intrarenal</b>	Cálices renales del polo superior.			
	Cálices renales del polo medio.			
	Cálices renales del polo inferior.			
<b>Uréter Proximal</b>				
<b>Uréter Medio</b>				
<b>Uréter Distal</b>				

## 2. Realce del parénquima renal:

Riñón	AO	PO	IO
Riñón derecho			
Riñón izquierdo			

### Conceptos previos:

- **Grado de distensión:** Apreciación del observador sobre el estiramiento de las vías urinarias ocasionado por el medio de contraste presente en la orina.
- **Grado de realce:** Apreciación del observador sobre la captación del medio de contraste a nivel del parénquima renal.



## **ANEXO III**

### **Consentimiento informado**

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN**

El Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins por medio del Departamento de Tomografía Computarizada y Resonancia Magnética, lleva a cabo la investigación titulada "EFECTIVIDAD DEL PROTOCOLO "SPLIT-BOLUS" FRENTE AL PROTOCOLO DE BOLO SIMPLE MULTIFASICO EN EL ESTUDIO DEL TRACTO URINARIO SUPERIOR REALIZADOS EN EL HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS DURANTE EL PERIODO DE SETIEMBRE-OCTUBRE DEL 2015" este estudio servirá como tesis para obtener el título de Licenciado en Tecnología Médica en Radiología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos al interno Hurtado Palacios, Hubert Vladimir con DNI 71948142 y está asesorado por la Mg. Cecilia Muñoz Barabino.

La investigación se realiza con el propósito de evaluar y demostrar si el protocolo Split-bolus que es aplicado en otros países, el cual ofrece un mejor diagnóstico para el paciente frente al protocolo que se aplica actualmente en la institución, buscando así una mayor comodidad del paciente. El procedimiento consiste en: la administración dividida del mismo volumen del material de contraste que se utiliza rutinariamente, lo cual permitirá tener en una sola imagen información que se obtenía en dos imágenes distintas, lo que conllevaría a una disminución de la irradiación recibida por el paciente.

Su participación es totalmente voluntaria, si usted decide no participar en estudio o retirarse del mismo en cualquier momento su decisión no afectará ahora ni el futuro su diagnóstico ni su relación con el personal de salud de la institución, o el investigador. Además su participación por ser voluntaria no recibirá ningún pago.

Si existiera alguna duda o problema que se presente antes, durante o después del desarrollo de la investigación podrá contactarse con el responsable de la investigación: Hubert Vladimir Hurtado Palacios

Por este medio, Yo \_\_\_\_\_  
estoy enterado(a) de todo el procedimiento que se me realizará, y por medio de mi firma o huella digital confirmo que se me ha explicado satisfactoriamente el contenido de este consentimiento y de los procedimientos clínicos que se contemplan. Con mi firma y nombre al final de este documento, autorizó a la persona encargada de la presente investigación.

Nombre (letra clara): \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Lugar y fecha : \_\_\_\_\_

## ANEXO IV

### Solicitud para ejecución de proyecto de investigación

**Dra. Bertha Rodríguez Dávila**

Jefa del departamento de Tomografía y Resonancia Magnética del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM)

Presente. -

Apreciada doctora:

Es grato dirigirme a usted para hacerle llegar un saludo cordial y a la vez hacer de su conocimiento que estamos realizando un proyecto de investigación titulado **“LA EFECTIVIDAD DEL PROTOCOLO “SPLIT-BOLUS” FRENTE AL PROTOCOLO DE BOLO SIMPLE MULTIFÁSICO EN EL ESTUDIO DEL TRACTO URINARIO SUPERIOR REALIZADOS EN EL HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS”**. Por tal motivo, acudimos a usted para solicitar el permiso para ejecutar la investigación en el Servicio de Tomografía y Resonancia Magnética del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins que Ud. dirige. Asimismo, adjuntamos copia del proyecto de investigación que describe el protocolo de investigación a emplearse, para la evaluación respectiva. Aprovecho la ocasión para hacer extensivo las muestras de nuestra especial consideración y estima.

Atentamente

---

**Hurtado Palacios, Hubert V.**  
**DNI: 71948142**

---

**Mg. Muñoz Barabino, Cecilia**  
**CTMP: 089**

**ANEXO V**  
**Operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	VALOR FINAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE
Protocolo split-bolus	Estudio radiológico por tomografía computarizada que consiste en la administración de un medio de contraste, la cual nos permite obtener dos fases de estudio: 1) fase simple: antes de la inyección del medio de contraste y 2) fase nefrográfica-excretora: observación del parénquima renal y del tracto urinario simultáneamente.	Grado de distensión del tracto urinario superior derecho e izquierdo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema colector Intrarrenal (Cálculos renales del polo superior medio e inferior)</li> <li>- Uréter Proximal</li> <li>- Uréter Medio</li> <li>- Uréter Distal</li> </ul>	Ficha de recolección de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adecuadamente opacificado (AO).</li> <li>- Parcialmente (PO).</li> <li>- Inopacificado (IO).</li> </ul>	Protocolo aplicado en pacientes que asistan a realizarse una urografía por tomografía contrastada en el HNERM.
		Grado de realce del parénquima renal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riñón derecho</li> <li>- Riñón izquierdo</li> </ul>			
Protocolo bolo simple multifásico	Estudio radiológico por tomografía computarizada que consiste en la administración de un medio de contraste, la cual nos permite obtener tres fases de estudio: 1) fase simple: antes de la inyección del medio de contraste, 2) fase nefrográfica: visualización del parénquima renal y 3) fase excretora: observación del tracto urinario.	Grado de distensión del tracto urinario superior derecho e izquierdo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema colector Intrarrenal (Cálculos renales del polo superior medio e inferior)</li> <li>- Uréter Proximal</li> <li>- Uréter Medio</li> <li>- Uréter Distal</li> </ul>			Protocolo convencional aplicado en pacientes que asistan a realizarse una urografía por tomografía contrastada en el HNERM.
		Grado de realce del parénquima renal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riñón derecho</li> <li>- Riñón izquierdo</li> </ul>			

## ANEXO VI

### Parámetros de estudio

#### A- Urografía por TC no contrastada:

Parámetros	Tomógrafo de 16 cortes
<b>Ajustes del Tomógrafo</b>	
Voltaje del tubo (Kv)	120
Tiempo de rotación (s)	0.5
Producto de la corriente del tubo con el tiempo (mAs)	Según 3D dose modulation
Colimación (mm)	1.25
Pitch	1.3
Incremento de reconstrucción (mm)	1.25
Espesor de corte de la reconstrucción	2.5
Filtro de convolución kernel	Standard

Fuente: Elaboración propia

#### B- Urografía por TC contrastada: Protocolo split-bolus

Parámetros	Tomógrafo de 16 cortes
<b>Ajustes del Tomógrafo</b>	
Voltaje del tubo (Kv)	120
Tiempo de rotación (s)	0.5
Corriente del tubo con el tiempo (mAs)	Según 3D dose modulation
Colimación (mm)	1.25
Pitch	1.3
Incremento de reconstrucción (mm)	1.25
Espesor de corte de la reconstrucción	2.5
Filtro de convolución kernel	Standard
<b>Medio de contraste</b>	
Concentración (mg iodo/ml)	350
Mono/Bifásico	Bifásico
Volumen (ml)	1° bolo: 50 2° bolo: 50
Caudal (ml/s)	2.5
Delay (s)	1. 1° bolo. 2. 2° bolo 500-520 después del 1° bolo. 3. Nefrográfica/Excretora 600-900 después del 1° bolo.

Fuente: Elaboración propia

## C-Urografía por Tc contrastada: Protocolo bolo simple multifásico

Parámetros	Tomógrafo de 10-16 cortes
<b>Ajustes del Tomógrafo</b>	
Voltaje del tubo (Kv)	120
Tiempo de rotación (s)	0.5
Corriente del tubo por el tiempo (mAs)	Según 3D dose modulation
Colimación (mm)	1.25
Pitch	1.3
Incremento de reconstrucción (mm)	1.25
Espesor de corte de la reconstrucción	2.5
Filtro de convoluciónkernel	Standard
<b>Medio de contraste</b>	
Concentración (mg iodo/mL)	350
Mono/Bifásico	Monofásico
Volumen (ml)	80-100 (ml)
Caudal (ml/s)	2.5
Delay (s)	Cortico medular 35-40 Portal Venoso 70-80 Nefrográfica 80-120 Excretora 180-900

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO VII

### Post-proceso protocolosde urografía por TC

